

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Analyse conceptuelle de documents cartographiques

Detienne, Virginie

Award date:
1996

Awarding institution:
Université de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

FACULTES
UNIVERSITAIRES
NOTRE-DAME DE LA PAIX
NAMUR

INSTITUT D'INFORMATIQUE

**Analyse conceptuelle
de documents
cartographiques**

Virginie Detienne

Promoteur :
Professeur J.L. Hainaut

Mémoire présenté par
Virginie Detienne
en vue de l'obtention du grade
de Licencié et Maître en Informatique

Année académique 1995-1996

BS 6843703

307326

RESUME

Les données géographiques sont fréquemment utilisées dans de nombreux domaines d'application et comportent des spécificités dues à leur représentation géométrique et leur localisation. Ces caractéristiques doivent être modélisées lors de l'analyse conceptuelle d'un document cartographique. Ce mémoire analyse la façon de modéliser des données spatiales et leurs relations topologiques avec le formalisme entité-association utilisé dans l'AGL DB-Main. Cette étude est illustrée par l'élaboration des schémas conceptuels de deux documents cartographiques créés par le Service d'Aménagement du territoire de la Ville de Namur.

ABSTRACT

Geographic data are frequently used in many application domains. Their specificity stands in their geometric representation and their location. These characteristics must be represented in the conceptual analysis of a map. This thesis analyses the way of to representing spatial data and their topological relationships with the entity-relationship model that is used in the CASE DB-Main. The conceptual schema of two maps, that have been created by Namur's Regional Development Service, is illustrating this research.

Remerciements

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à Monsieur J.L. Hainaut qui nous a assisté et judicieusement conseillé pour mener à bien cette étude.

Nous remercions également Monsieur C. Rousselle pour sa grande disponibilité et le partage de ses connaissances, ainsi que Monsieur G. Bourdon pour son accueil et ses précieux renseignements.

Enfin, nos remerciements s'adressent encore à ceux qui nous sont proches et qui n'ont jamais cessé de suivre l'évolution de notre travail et de nous accorder leur soutien.

Table des matières

Introduction

PREMIERE PARTIE : Domaine d'application

Chapitre I. Gestion des données du Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur

1. Introduction	5
2. Description du Service d'Aménagement du Territoire	5
3. Tâches effectuées par le Service d'Aménagement du Territoire	6
3.1. Description des tâches	6
3.1.1. Elaboration des plans communaux d'aménagement du territoire	6
3.1.2. Inventaire de données à caractère réglementaire	6
3.1.3. Etudes thématiques, études d'impact ou d'incidence, études prospectives	7
3.2. Description des documents cartographiques de base	7
3.2.1. Restitution de la photo aérienne	7
3.2.2. Plan de base type IGN ou COOPARCH	8
3.3. Observations sur le travail effectué par le Service d'Aménagement du Territoire	8
4. Conclusion	9

DEUXIEME PARTIE : Considérations théoriques

Chapitre II. Systèmes d'information géographique

1. Introduction	11
2. Définitions	11
3. Données géographiques	12
4. Modélisation des données	13
4.1. Extension et intension	13
4.2. Modèle des objets spatiaux	14
5. Structure des systèmes d'information géographique	15
5.1. Acquisition des données	15
5.2. Gestion des données	15
5.3. Manipulation et analyse des données	17
5.4. Présentation des résultats	17
6. Applications des systèmes d'information géographique	17
7. Conclusion	18

Chapitre III. Formalisme utilisé dans l'élaboration des schémas conceptuels

1. Introduction	19
2. Lacunes des formalismes traditionnels (c'est-à-dire sans référence spatiale)	21
3. Formalisme MODUL-R	21
3.1. Caractéristiques de MODUL-R	22
3.2. Structure de MODUL-R	22
3.3. Module Entité-Relation	23
3.4. Module Référentiel	23
3.4.1. Sous-module Référence Spatiale	25
3.4.2. Sous-module Référence Temporelle	26
3.5. Module Agrégation sémantique	27
3.6. Module Simplification	27
3.6.1. Sous-module Abstraction	27
3.6.2. Sous-module Généralisation-spécialisation	28
4. Adaptation de MODUL-R à DB-Main	32
4.1. Introduction	32
4.2. Module Entité-Relation	32
4.3. Module Référentiel	33
4.3.1. Sous-module Référence Spatiale	33
4.3.2. Sous-module Référence Temporelle	36
4.4. Module Agrégation sémantique	36
4.5. Module Simplification	36
4.5.1. Sous-module Abstraction	36
4.5.2. Sous-module Généralisation-spécialisation	37
5. Conclusion	39

Chapitre IV. Relations topologiques

1. Introduction	41
2. Utilité de la présence de relations topologiques dans le schéma conceptuel d'un document cartographique	41
3. Définition des relations topologiques	42
3.1. Définitions préliminaires	43
3.2. Définition des relations	43
4. Dans un schéma conceptuel, faut-il inscrire toutes les relations topologiques existant entre les différents objets géographiques?	46
4.1. Exemple	47
4.2. Première solution	48
4.3. Deuxième solution	49

4.4. Comparaison des deux solutions	50
4.5. En résumé, que faut-il faire?	51
5. Conclusion	52

TROISIEME PARTIE : Analyses personnelles

Chapitre V. Schémas conceptuels

1. Introduction	53
2. Remarques préliminaires	54
3. Plan particulier d'aménagement	55
3.1. Qu'est-ce qu'un plan particulier d'aménagement?	55
3.2. Construction du schéma conceptuel	55
3.3. Document de validation du schéma conceptuel	99
4. Schéma de structure	100
4.1. Qu'est-ce qu'un schéma de structure?	100
4.2. Construction du schéma conceptuel	100
4.3. Document de validation du schéma conceptuel	109
5. Conclusion	110

Conclusion	111
-------------------	-----

Bibliographie	115
----------------------	-----

ANNEXES

Annexe 1 : Modèle vecteur

Annexe 2 : Extraits des documents cartographiques

Annexe 3 : Schéma conceptuel et document de validation des plans particuliers d'aménagement

Annexe 4 : Schéma conceptuel et document de validation des schémas de structure

Introduction

Les données géographiques sont fréquemment utilisées dans des domaines d'application très variés. Quelques exemples peuvent illustrer la diversité de leur nombreux usages.

- Les communes traitent des données géographiques pour la gestion des transports, des voies de communication et de la signalisation routière. Elles assurent ainsi l'entretien des chaussées, elles définissent des plans de circulation, elles gèrent l'éclairage public...
- Dans le domaine du patrimoine, des données géographiques sont employées pour la gestion des espaces verts, des bâtiments publics, des ouvrages d'art, des sites archéologiques et des monuments.
- Des études de géo-marketing réalisées afin de déterminer les possibilités d'implantation d'un commerce ou d'une entreprise sont accomplies à l'aide de données géographiques.
- Des études concernant le milieu littoral et maritime (chenaux de fonds de mer, courants, déplacements de pollutions) utilisent des données géographiques.
- ...

En informatique, les données géographiques possèdent certaines spécificités en ce qui concerne les concepts qu'elles représentent, les relations qui les lient, les requêtes dont elles sont l'objet et leur implémentation.

Les données géographiques représentent des objets géographiques qui ont pour caractéristique essentielle d'être localisés. Elles sont donc composées de données, dites spatiales, qui spécifient la forme et la localisation des objets géographiques qu'elles désignent, ainsi que de données, dites thématiques, qui décrivent ces objets (les matériaux d'un bâtiments, le nom d'une rivière,...).

Etant donné que les entités géographiques possèdent une représentation géométrique, il existe entre elles des relations particulières que l'on appelle relations topologiques. Celles-ci traduisent les positions relatives entre les objets géographiques (inclusion, intersection, voisinage,...).

Les données géographiques sont sujettes à des requêtes spatiales, c'est-à-dire des requêtes faisant appel à des critères géométriques et topologiques. Ce type de requête a pour particularité d'engendrer de nombreux calculs et interpolations. Pour répondre à ce type de

besoin, il est nécessaire d'utiliser des techniques de géométrie algorithmique¹ et de recherche opérationnelle.

L'utilisation de systèmes de gestion de bases de données (S.G.B.D.) classiques pour répondre à des requêtes spatiales génère de mauvais temps de réponse. Il est alors impératif d'avoir recours à des techniques permettant d'optimiser ces temps de réponse. Nous citerons à ce sujet l'indexation spatiale et l'approche orientée objet.

Dans les bases de données alphanumériques, l'indexation permet d'accélérer les accès-disque de manière à répondre le plus rapidement possible aux requêtes attributaires. Mais ces techniques d'indexation ne sont pas directement applicables aux données spatiales de nature intensionnelle² des bases de données géographiques. Pour améliorer les temps de réponse des requêtes spatiales, il faut donc utiliser d'autres méthodes qui sont des techniques d'indexation propres aux données spatiales.

Un problème lié aux bases de données relationnelles est l'éparpillement de données sémantiquement liées. En effet, le processus de normalisation divise en une multitude de petites tables séparées, les informations relatives à une personne, à un objet. De plus, avec le langage SQL, il est impossible de retrouver toutes les informations relatives à une personne ou à un objet, sauf si l'utilisateur connaît les noms de toutes les tables susceptibles de contenir ces informations et s'il exprime les jointures nécessaires. Cette technique engendre des temps de réponses aux requêtes importantes. L'approche objet permet de contourner cet inconvénient en regroupant toutes les informations concernant un objet grâce à un processus appelé encapsulation. On obtient ainsi une modélisation de la réalité plus orientée vers les objets réels que vers les enregistrements. L'approche orientée objet au niveau de la modélisation des données géographiques permet de manipuler des objets complexes de haut niveau grâce aux types abstraits de données, plutôt que des primitives graphiques de bas niveau (points, lignes et faces).

La première étape à réaliser pour informatiser des documents cartographiques est leur analyse conceptuelle. Le schéma conceptuel qui modélise des données géographiques possède des particularités liées aux spécificités des données géographiques. Il doit présenter une modélisation de la forme et de la localisation des objets géographiques ainsi que des relations spatiales qui existent entre eux. La manière de modéliser les données spatiales peut réduire le nombre de calculs effectués lors des requêtes spatiales.

¹La géométrie algorithmique (computational geometry) est l'ensemble des techniques informatiques pour résoudre les problèmes de géométrie notamment avec un souci de rapidité et de performance.

²La définition en intension d'un ensemble correspond à une propriété qui définit cet ensemble. Par exemple, l'ensemble des nombres pairs se définit comme l'ensemble des nombres divisibles par deux.

Objectif du travail

L'objectif de ce travail est la réalisation de schémas conceptuels de documents cartographiques, accompagnée d'une réflexion sur la manière de modéliser les données spatiales.

Le Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur produit régulièrement des documents cartographiques de façon manuelle. Cette manière de procéder engendre nombre de difficultés qui pourraient être évitées si les documents étaient réalisés à l'aide d'un système d'information géographique³ (SIG). Nous allons donc, dans l'optique d'une informatisation future, élaborer les schémas conceptuels de deux documents produits par le Service d'Aménagement du Territoire, à savoir les plans particuliers d'aménagement et les schémas de structure.

Les schémas conceptuels que nous allons développer présenteront une certaine complexité. Il serait donc profitable d'utiliser un atelier de génie logiciel (AGL) facilitant la création de bases de données à partir de schémas conceptuels. Nous emploierons à cette fin l'AGL DB-Main, développé à l'institut d'informatique des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix. Le formalisme utilisé dans cet AGL est le formalisme entité-association.

Structure du mémoire

Nous commencerons par présenter le Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur ainsi que les tâches qu'il effectue. Les problèmes dus à l'élaboration manuelle des documents cartographiques seront évoqués (chapitre I).

Nous définirons ensuite le concept de S.I.G. et discuterons des particularités des bases de données (B.D.) géographiques (chapitre II).

Il s'avère que les formalismes utilisés lors de la conception de systèmes d'information (S.I.) traditionnels sont souvent incomplets pour modéliser des données à référence spatiale. Plusieurs études ont ainsi été réalisées afin de composer des modèles adaptés à la structuration d'informations spatiales. Nous allons décrire un de ces formalismes, MODUL-R, et tenter d'intégrer certains de ses apports au formalisme entité-association de DB-Main (chapitre III).

Lors de l'élaboration des schémas conceptuels, nous serons amenés à exprimer des relations topologiques entre les objets géographiques. Nous allons discuter l'utilité de représenter de

³"Le système d'information géographique est un système de gestion de bases de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées" [Laurini 1993]

telles relations dans un schéma conceptuel. Nous définirons ensuite des relations topologiques permettant de décrire toute situation topologique. Enfin, nous raisonnerons afin de déterminer si toutes les relations topologiques existant entre deux objets géographiques doivent être stipulées dans un schéma conceptuel (chapitre IV).

Pour terminer, nous réaliserons les schémas conceptuels des deux documents précités. Pour cela, nous nous baserons sur l'observation des cartes et de leurs légendes ainsi que sur des conversations que nous avons eues avec l'auteur de ces cartes (chapitre V).

PREMIERE PARTIE

Domaine d'application

Chapitre I

Gestion des données du Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur

1. Introduction

Nous allons commencer par décrire le Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur ainsi que les tâches qui sont sous sa responsabilité.

A l'heure actuelle, les documents cartographiques produits par ce Service sont élaborés manuellement. Cette manière de procéder est source de différents problèmes et difficultés que nous allons énoncer. Des technologies modernes telles que les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent apporter des solutions à ce type de problèmes.

2. Description du Service d'Aménagement du Territoire

La concurrence pour l'occupation de sol, la dispersion des fonctions conjuguée à l'amplification des communications, la nécessité de préserver l'environnement sont autant de contraintes qui ont déterminé la société à prendre conscience de l'urgence d'aménager le territoire sur lequel elle vit.

L'aménagement du territoire est une discipline complexe qui intègre des points de vues variés (techniques, humains et politiques). De plus, le fait qu'il agit sur le cadre et les conditions de vie de la population le fait percevoir comme un enjeu capital, que toutes les collectivités responsables doivent être à même de maîtriser.

L'aménagement du territoire de la région wallonne est fixé par des plans, des schémas et des règlements.

Le Service d'Aménagement du Territoire de la ville de Namur a pour mission principale de concevoir des plans particuliers d'aménagement (PPA) de la commune. Ceux-ci sont les plus détaillés de tous les plans d'aménagement et sont conçus pour des opérations d'aménagement local ou d'urbanisme. Ils sont assortis de prescriptions urbanistiques détaillées qui renferment, notamment, des préoccupations esthétiques. La définition de plan particulier d'aménagement sera plus précisément décrite au chapitre V.3.1.

Le Service d'Aménagement du Territoire de la ville de Namur emploie actuellement cinq personnes dont un architecte, trois dessinateurs et une urbaniste.

Le matériel informatique qu'il utilise ne se compose aujourd'hui que d'un ordinateur pour le secrétariat. Le personnel n'a aucune expérience en ce qui concerne l'utilisation de matériel informatique.

3. Tâches effectuées par le Service d'Aménagement du Territoire

3.1. Description des tâches

Les tâches effectuées par le Service d'Aménagement du Territoire peuvent être regroupées en trois catégories :

- l'élaboration des plans communaux d'aménagement du territoire;
- l'inventaire de données à caractère réglementaire;
- les études thématiques, les études d'impact ou d'incidence et les études prospectives.

3.1.1. Elaboration de plans communaux d'aménagement du territoire

Ces documents, produits de manière régulière, sont :

- a) Les plans particuliers d'aménagement (PPA)
- b) Les schémas directeurs qui sont des documents d'orientation et d'affectation du sol d'une partie du territoire communal;
- c) Le suivi de l'élaboration du schéma de structure et du règlement communal d'urbanisme.

Le schéma de structure est un document d'orientation, de gestion et de programmation du développement de l'ensemble du territoire communal. Il a pour objectif principal de servir de ligne de conduite à l'évolution de celui-ci.

Le règlement communal d'urbanisme vise à orienter les aspects formels, qui relèvent du domaine de la composition urbanistique et de l'architecture, du développement de la commune. (voir définitions au chapitre V.4.1.).

3.1.2. Inventaire de données à caractère réglementaire

Ce type de documents est élaboré de manière occasionnelle. Il comprend :

- a) La cartographie de repérage des PPA et schémas directeurs en vigueur, en révision et en création.

La mise à jour de ces documents est faite une fois par an.

b) La cartographie de repérage des permis de lotir avec

- date d'octroi du permis;
- mention : avec ou sans ouverture de voirie;
- indication des renonciations et péremptions et
- taux de remplissage des lotissements.

La mise à jour est faite trois fois par an.

c) La cartographie de l'inventaire du schéma de structure et du règlement communal d'urbanisme (repérage)

Les cartes sont produites selon différents thèmes : équipements publics et privés, déplacement, emploi, logement, infrastructures d'égouttage et inventaire effectué par COOPARCH.

La fréquence de la mise à jour est à déterminer.

3.1.3. Etudes thématiques, études d'impact ou d'incidence, études prospectives

Jusqu'à présent, ce type d'étude a été peu réalisé par la Ville mais une politique de développement de ce genre de travaux a été adoptée.

Nous citerons quelques exemples de ce genre d'études :

- Schéma de circulation;
- Implantation de grands équipements (centre d'expositions et de congrès);
- Implantation de la Région (Parlement Wallon - M.E.T.);
- Extension de parcs d'activités;
- Etudes préalables à la mise en oeuvre de zones d'extension d'habitat et de zones d'habitat d'une superficie supérieure à 3 ha;
- Etude préalable à la création d'un parc urbain à Namur;
- Etudes préalables à l'urbanisation de quartiers;
- Evaluation des zones d'habitat concernées par les risques d'inondation;
- Impact urbanistique de l'implantation de grands équipements à caractère privé (hypermarché, grand magasin spécialisé, hôtel important,...);
- Repérage et évaluation des immeubles inoccupés.

3.2. Description des documents cartographiques de base

3.2.1. Restitution de la photo aérienne (Service de Géographie Urbaine)

Ce plan est nécessaire pour l'étude des PPA, des schémas directeurs et des permis de lotir ainsi que pour les analyses dont le niveau de précision est de l'ordre de la parcelle cadastrale ou de l'immeuble.

Son échelle sur papier peut être de 1/2500, 1/1000 ou 1/500.

Notons que ce type de plan est actuellement en cours de réalisation. Aucun PPA n'a donc encore été élaboré avec une restitution de photo aérienne. Le fond actuel des PPA est un plan (échelle 1/1000) proche du plan cadastral.

3.2.2. Plan de base type I.G.N. ou COOPARCH

Ce plan de base est suffisant pour :

- l'inventaire et la mise à jour des périmètres de PPA, des permis de lotir, des équipements collectifs et des réseaux (égouts, eau, électricité,...);
- les projets de contournements routiers;
- les études de circulation;
- les études thématiques (paysage et relief, équipements scolaires, équipements commerciaux, bureaux publics et privés, logement,...).

Les échelles utilisées pour ce type de travaux sont le 1/20000, le 1/10000 et le 1/5000.

3.3. Observations sur le travail effectué par le Service d'Aménagement du Territoire

Le Service d'Aménagement du Territoire crée, rassemble et conserve une quantité importante d'informations. La manipulation uniquement manuelle de ces informations engendre les difficultés suivantes :

- beaucoup de temps est consacré à la mise en couleurs des cartes;
- lorsqu'une carte est produite en plusieurs exemplaires, le coloriage de chacun d'eux est fait manuellement;
- les modifications ou les mises à jour des documents cartographiques nécessitent de redessiner complètement le document concerné;
- les plans particuliers d'aménagement sont complétés par une série de documents, dont des prescriptions urbanistiques. La lecture de ce type de cartes nécessite donc une manipulation ardue de documents papiers;
- les vieux documents s'altèrent avec le temps.

Notons également que, d'une manière générale, tous les Services de l'Administration Communale créent et exploitent les informations en fonction de leurs besoins. Cette manière de procéder est à l'origine de nombreux chevauchements. De plus, lorsqu'un Service désire acquérir un type d'information, il lui est souvent difficile d'identifier le Service qui gère l'information souhaitée.

L'informatisation des données utilisées par le Service d'Aménagement du Territoire, en particulier à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), permettrait la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage des données spatiales. Les difficultés rencontrées actuellement par ce Service pourraient être dénouées :

- la conception des documents cartographiques serait plus rapide;
- les remaniements des cartes n'exigeraient pas de les redessiner complètement;
- des liens pourraient être créés entre les différents documents afin de faciliter leur analyse.

De plus, l'utilisation de certains SIG permettrait de créer automatiquement des vues en trois dimensions à partir des cartes. Ces vues illustrent les cartes et permettent au grand public de visualiser les projets.

La première étape à effectuer en vue de créer une base de données géographiques est une analyse conceptuelle.

Au cours de ce travail, nous allons tenter de développer le schéma conceptuel de deux documents cartographiques fréquemment manipulés par le Service d'Aménagement du Territoire, à savoir les plans particuliers d'aménagement (PPA) et le schéma de structure.

La conception d'un PPA nécessite la création de toute une série de documents intermédiaires (situation existante de droit, situation existante de fait, avant-projet de PPA, projet de PPA,...). Cependant, nous établirons uniquement le schéma conceptuel des PPA finaux. Notons que le schéma conceptuel de certains de ces documents intermédiaires correspond à une vue du schéma conceptuel des PPA finaux.

L'analyse conceptuelle de ces documents peut s'inscrire dans un projet d'analyse conceptuelle de toutes les informations traitées par l'Administration communale. Une telle étude permettrait de réduire les redondances entre les différentes informations et de faciliter l'accès aux données disponibles.

4. Conclusion

Nous avons décrit les tâches effectuées par le Service d'Aménagement du Territoire ainsi que les difficultés qu'il rencontrait. Il serait hautement bénéfique d'informatiser les données qu'il manipule. Notre travail aura pour objectif de dessiner les schémas conceptuels de deux documents cartographiques produits par ce Service, à savoir les PPA et le schéma de structure.

DEUXIEME PARTIE

Considérations théoriques

Chapitre II

Systèmes d'information géographique

1. Introduction

Nous allons définir ce qu'est un SIG et énoncer quelques caractéristiques concernant les données géographiques. Nous décrirons ensuite les fonctionnalités des SIG et la manière dont les données spatiales y sont modélisées. Enfin, nous énumérerons des applications courantes réalisées à l'aide de SIG.

2. Définitions

Il existe de nombreuses définitions des SIG dans la littérature. Nous allons en énoncer quelques-unes.

"Le système d'information géographique est un système de gestion de bases de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées" [Lau 93].

"A geographic information system is any manual or computer based set of procedures used to store and manipulate geographically referenced data" [Aro 89].

"[...] a database system in which most of the data are spatially indexed, and upon which a set of procedures operated in order to answer queries about spatial entities in the database" [Smi 87].

Certaines définitions sont orientées vers les besoins des décideurs.

Un SIG est *"un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision" [Did 90].*

"Un SIG est mieux défini comme un système d'aide à la décision impliquant l'intégration de données spatiales géo-référencées dans un environnement de résolution de problèmes" [Cow 88].

Les définitions apparaissant dans la littérature présentent de nombreuses différences. A ce propos Donnay rapporte qu'*"[...] une définition non équivoque et communément admise des SIG [...] n'existe pas . La littérature propose plusieurs, on devrait dire quantité de*

définitions plus ou moins distinctes. Aucune n'est fausse, mais aucune n'est complète. Cela vient vraisemblablement du caractère multidisciplinaire des SIG, prévalant tant à ses origines que dans ses domaines d'application" [Don 92].

Il existe tout de même un point commun entre ces diverses définitions. Ainsi Pantazis note qu'"[...] on peut constater que , à l'unanimité, tous les auteurs s'accordent sur le fait que les SIG concernent (entre autres) les données géographiques ou spatiales, ou à référence spatiale, ou géo-référencées, ou localisées, ou géo-codées, etc... et les traitements sur ces données" [Pan 94].

3. Données géographiques

Les données géographiques sont composées de deux types de données :

- les données thématiques qui décrivent les objets géographiques (par exemple la population d'une ville, la largeur d'une route, le type de végétation,...);
- les données spatiales qui spécifient la forme (point, ligne ou face) et la localisation des objets géographiques.

Laurini développe un certain nombre de caractéristiques qui rendent les données géographiques particulières lors de leur modélisation et de leur traitement informatique [Laurini 1993]. Nous allons énoncer quelques-unes de ces propriétés.

Les domaines d'application des SIG sont nombreux. Cela suggère de structurer les informations géographiques en couches (layer). Ainsi, on parlera des couches cadastre, hydrologie, voirie, réseaux souterrains,... Des fonctions spéciales des SIG permettent de manipuler et de superposer ces couches d'information.

Il existe une très forte corrélation entre la sémantique (signification) des données géographiques et l'échelle. En effet, en cartographie, on ne représente que les objets que l'on peut distinguer. Ainsi des niveaux d'objets et leurs détails sont présents à certaines échelles. Par exemple, les bâtiments sont visibles à des échelles de l'ordre du 1/200 au 1/500. Comme il est informatiquement possible de tracer des plans à n'importe quelle échelle, il est indispensable de connaître l'échelle d'origine ou de saisie des données.

Les utilisateurs peuvent avoir des préoccupations différentes à propos d'un même objet géographique. On obtiendra alors pour celui-ci, des définitions et des modélisations géométriques différentes.

La représentation d'une rue, par exemple, variera selon les utilisateurs :

- le responsable du trafic routier verra le réseau routier comme un graphe de manière à établir des plans de circulation;
- le responsable du cadastre modélisera la rue par deux polygones délimitant ses deux côtés;
- la personne responsable des chaussées voudra connaître la surface de la rue et verra donc celle-ci comme une aire;
- le chef des services souterrains (eau, gaz, ...) s'occupera de la gestion du sous-sol et représentera la rue par un volume.

4. Modélisation des données

Les données géographiques ont une représentation "graphique" référencée spatialement. Il existe diverses méthodes de représentation mathématique et informatique de ces données.

4.1. Extension et intension

L'enregistrement d'objets géographiques dans une base de données peut se faire selon deux méthodes : l'extension et l'intension.

La définition en extension d'un ensemble consiste en une énumération des éléments constituant cet ensemble. Dans certains cas, il n'est pas possible de donner la liste entière de ces éléments, notamment lorsqu'elle est infinie. Par exemple, il est impossible de donner la liste de tous les points constituant une droite.

La définition en intension d'un ensemble correspond à une propriété à laquelle les éléments de l'ensemble obéissent. Par exemple, l'ensemble infini des points constituant un segment de droite est défini en intension par les coordonnées de ses deux extrémités et l'équation d'une droite.

Le passage d'intension vers extension requiert l'utilisation de deux types de règles :

- les règles de génération (intension-vers-extension) qui permettent d'engendrer la totalité des points d'un ensemble;
- les règles d'appartenance (extension-vers-intension) qui permettent de vérifier si un objet candidat appartient à un ensemble considéré.

4.2. Modèle des objets spatiaux

Il existe deux approches fondamentales de représentation des composants spatiaux des informations géographiques. Il s'agit des modélisations

- sous forme de vecteurs (modèle filaire) et
- sous forme raster (modèle matriciel)

La première méthode décrit les objets géographiques à l'aide de primitives géométriques qui sont le point, la ligne et la surface. Ces objets sont positionnés dans l'espace à l'aide d'un système de coordonnées cartésien. Dans ce modèle, les primitives spatiales correspondent aux objets du monde réel qu'elles représentent. Par exemple, une ligne peut symboliser une route, une face peut désigner une forêt,... Les données spatiales sont représentées par une série de coordonnées. Dans certains modèles filaires, des relations topologiques entre les primitives spatiales sont également enregistrées (pour plus d'informations, voir annexe 1). Le format vecteur est fréquemment utilisé pour les données géographiques car il est le résultat de la digitalisation de cartes et de plans existants.

Dans la seconde méthode, l'espace analysé est divisé en cellules régulières (pixels = picture elements). La localisation d'un objet est définie par les cellules qu'il occupe. On attribue ainsi à chaque cellule une valeur qui indique le type d'objet qu'elle contient. Par exemple une cellule recèle une forêt, une autre est recouverte par une rivière,... Les unités du modèle raster ne correspondent pas aux objets spatiaux qu'elles représentent dans le monde réel. Ce ne sont pas les objets qu'on conceptualise mais les cellules individuelles. La résolution du modèle raster est plus grossière que celle du modèle vecteur. On utilise en général le modèle raster lorsqu'on veut exprimer la variabilité spatiale d'un phénomène. Le format raster peut être issu du scannage de plans. La saisie des données est plus rapide qu'avec le modèle filaire mais certains types de relations comme les relations topologiques et l'association d'objets avec des données littérales sont plus compliquées à exprimer avec ce mode de représentation.

Dans la suite de ce travail, nous serons amenés à spécifier des relations topologiques entre les objets spatiaux. Nous adopterons donc le modèle de représentation vecteur qui est bien adapté à ce type de besoins.

5. Structure des systèmes d'information géographique

Un SIG est un système informatique offrant les quatre groupes de fonctionnalités suivants :

1. L'acquisition des données;
2. La gestion des données;
3. Les manipulation et analyse des données;
4. La présentation des résultats.

Les fonctionnalités de ces quatre groupes sont plus ou moins complètes dans les SIG existants.

5.1. Acquisition des données

Les sources d'informations géographiques sont très diverses : images satellitaires, photos-aériennes, levés topographiques, digitalisation, scannage de plans, import de fichiers,...

L'acquisition des données consiste à convertir le format original des données en un format utilisable par le SIG. La détection et la correction des erreurs, la reconstruction de la topologie et la généralisation font également partie du processus d'entrée des données.

La création d'une base de données géographiques cohérente et complète est un processus très lent qui peut prendre plusieurs mois à plusieurs années.

5.2. Gestion des données

Les fonctionnalités de gestion des données correspondent aux fonctionnalités classiques de stockage et de recherche d'un SGBD.

Les données thématiques concernant les objets géographiques peuvent être stockées dans un SGBD standard, par exemple relationnel. Par contre, les SGBD classiques ne sont pas adaptés à la gestion des données spatiales. Diverses difficultés sont en effet, à mettre en exergue.

Tout d'abord, il est très difficile de rédiger des requêtes spatiales, c'est-à-dire des requêtes faisant appel à des critères géométriques et topologiques, avec les langages d'interrogation des SGBD classiques. Le langage SQL, par exemple, n'est pas adapté à ce type de requêtes car il ne prend pas en compte les aspects intensionnels des objets géographiques. L'algèbre relationnelle est inapte à résoudre les requêtes spatiales. Il est nécessaire d'utiliser des techniques issues de la géométrie algorithmique et de la recherche opérationnelle pour répondre à ce type de besoins.

Ensuite, les SGBD classiques répondent aux requêtes des utilisateurs, par des listes de données. Or, dans le cas des BD géographiques, le résultat doit souvent être présenté sous forme cartographique.

Enfin, il existe une interrelation importante entre les données stockées dans un SIG. Un changement dans un seul enregistrement peut entraîner de multiples erreurs dans de nombreux fichiers. Pour assurer l'intégrité d'une base de données géographiques, le système de sécurité doit être capable de protéger l'intégrité des nombreux fichiers dans lesquels les données spatiales sont enregistrées. La vérification des contraintes d'intégrité est souvent très complexe et peut nécessiter l'usage de mécanismes procéduraux s'appuyant sur la géométrie algorithmique et parfois la trigonométrie.

Plusieurs approches ont été développées afin de fournir un service de gestion des données aux SIG. Les SIG actuels sont développés en suivant une des quatre stratégies suivantes (voir figure 2.1) :

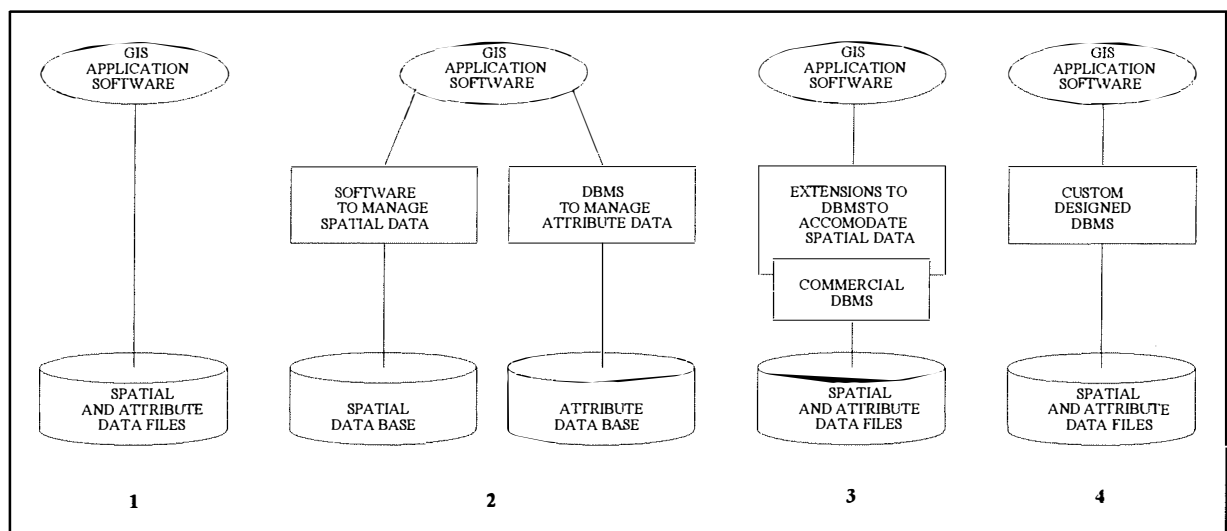


Figure 2.1 : Four approaches to GIS System Design [Aro 89]

1. Développer un système fournissant les services de gestion de données requis par les différents modules de l'application.
2. Utiliser un SGBD traditionnel, généralement relationnel, pour stocker les données thématiques, et développer un logiciel pour gérer le stockage et l'analyse des données spatiales.
3. Utiliser un SGBD traditionnel, habituellement relationnel, comme noyau du SIG. Ensuite, développer les extensions nécessaires au système. Bien que les données spatiales et thématiques puissent être gérées par le SGBD, de nouveaux services sont

ajoutés à celui-ci afin de fournir des fonctions spatiales et un affichage graphique utilisés lors des analyses géographiques.

4. Développer une BD spatiale capable de manipuler les données thématiques et spatiales d'une manière intégrée.

5.3. Manipulation et analyse des données

Les fonctionnalités de manipulation et d'analyse des données permettent de réaliser des traitements statistiques (tri sur variables, statistiques sur une variable, génération de graphiques,...), des opérations d'analyse spatiale (génération d'isolignes à partir d'un semis de points, génération de découpage polygonal à partir d'un semis de points,...), des combinaisons cartographiques, des simulations,...

5.4. Présentation des résultats

Les résultats peuvent être générés selon différents types : représentations cartographiques simples (2D), blocs-diagrammes et cartes (3D), vues en coupes, vues en perspective, histogrammes, graphiques statistiques, sorties numériques et textuelles,...

Cette tâche est réalisée à l'aide de matériels et supports divers : écrans, tables traçantes, imprimantes,...

6. Applications des systèmes d'information géographique

L'utilisation des SIG couvre de nombreux domaines d'application.

Il existe des applications urbaines réalisées à de grandes échelles. Parmi celles-ci, on trouve :

- la gestion financière et cadastrale;
- la planification urbaine qui régit l'aménagement du territoire;
- la gestion des transports, des voies de circulation et de la signalisation routière;
- la gestion des réseaux d'eau, d'électricité, de gaz et de téléphone;
- les applications topographiques pour ce qui concerne les travaux publics et le génie civil.

Des applications régionales sont réalisées à des petites et moyennes échelles :

- les études d'impact qui étudient les possibilités d'implantation d'un centre commercial, d'une école, d'une industrie,...;
- les études d'ingénierie routière concernant la construction des routes et autoroutes;
- les applications liées à la sécurité civile;
- la gestion des ressources naturelles.

Certaines applications nécessitent une visualisation des résultats en trois dimensions. On citera :

- le dessin de perspectives urbaines pour les études d'aménagement et d'urbanisme;
- le tracé de blocs-diagrammes à partir de modèles numériques de terrain.

Les SIG sont également utilisés pour la cartographie thématique :

- cartographie thématique proprement dite pour la mise en valeur d'études démographiques, économiques, sociales,...;
- le géo-marketing pour la présentation des zones de chalandise;
- la promotion et la communication pour la mise en valeur du patrimoine.

Enfin, diverses applications routières sont réalisées à l'aide des SIG. On citera :

- le calcul d'itinéraires et l'optimisation des tournées;
- l'aide à la gestion d'une flotte de véhicules;
- l'aide à la gestion du trafic urbain.

7. Conclusion

Il existe de nombreuses définitions, parfois contradictoires, d'un SIG. Cependant, elles s'accordent sur le fait que les SIG traitent des données géographiques. Celles-ci sont composées de données thématiques et de données spatiales qui peuvent être modélisées selon différentes méthodes (modèles vecteur et raster). La gestion des données spatiales est difficilement réalisable à l'aide de SGBD relationnels classiques, notamment parce que les langages d'interrogation de ceux-ci ne sont pas adaptés aux requêtes spatiales, c'est-à-dire aux requêtes faisant appel à des critères géométriques et topologiques. Il est alors nécessaire d'utiliser des techniques issues de la géométrie algorithmique et de la recherche opérationnelle pour pouvoir gérer les données géographiques de manière optimale.

Chapitre III

Formalisme utilisé dans l'élaboration du schéma conceptuel

1. Introduction

Dans la suite de notre travail, nous allons tenter d'élaborer le schéma conceptuel de différents documents (cartes) produits par le Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur.

Etant donné la complexité des schémas qui vont être rédigés, il serait profitable d'utiliser un AGL (Atelier de Génie Logiciel) facilitant la création de bases de données à partir de schémas conceptuels. L'AGL dont nous allons faire usage est l'AGL DB-Main, développé à l'institut d'informatique des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix.

Le formalisme pour lequel a été conçu DB-Main est le formalisme entité-association. Celui-ci est un modèle qui permet d'exprimer la sémantique des données mémorisables à l'aide des concepts d'entité, d'association, d'attribut et du mécanisme des contraintes d'intégrité. L'approche entité-association est très prisée par les spécialistes des SI (systèmes d'information) et des bases de données de gestion car les modèles de cette approche offrent de grandes qualités de communication et une bonne capacité de représentation des informations appartenant au réel perçu. Nous n'exposerons pas, dans ce travail, les concepts relatifs au formalisme entité-association et invitons le lecteur qui n'aurait pas connaissance de ce modèle à se référer aux nombreux ouvrages qui le définissent (par exemple [Bod 93]).

Cependant, pour des raisons qui seront exprimées ci-dessous (voir III.2), les formalismes habituellement utilisés lors de la conception de SI traditionnels (SI qui ne traitent pas des données spatiales) s'avèrent généralement incomplets pour modéliser, au niveau conceptuel, les données à référence spatiale. Pour résoudre ce problème, plusieurs études ont été faites afin d'élaborer des modèles adaptés à la structuration d'informations à référence spatiale.

Il apparaît que, dans la plupart des cas, les méthodes utilisées pour la conception et la réalisation des SIG consistent en adaptations et/ou modifications des méthodes de conceptions des SI (MERISE,...). Quant aux modèles sur lesquels sont fondées ces méthodes, ce sont souvent des adaptations du modèle entité-association qui sont réalisées afin de l'enrichir et de lui permettre de représenter efficacement les composantes spatiales et temporelles des données géographiques.

A titre d'exemples, nous allons énumérer quelques formalismes adaptés à la structuration d'informations à référence spatiale. Signalons que certains de ces formalismes sont des adaptations de modèles qui se réclament de l'approche entité-association (formalisme Individuel, modèle entité-relation,...). Par souci de cohérence et de simplification, nous évoquerons ces derniers par le terme "formalisme entité-association".

- Le formalisme MODUL-R ([Car 93]) propose une modélisation des données basée sur le formalisme entité-association, à laquelle il ajoute trois modules complémentaires :
 - le module Référentiel qui permet de modéliser les références spatiale et temporelle;
 - le module Agrégation sémantique qui intègre des éléments des formalismes orientés-objets;
 - le module Simplification qui, au moyen de techniques diverses, facilite la lecture, la vérification, la modification et l'analyses des schémas conceptuels complexes.

Ce formalisme sera décrit en détail au chapitre III.3.

- Le modèle conceptuel de GéO2 (système informatique permettant la gestion de données géographiques) est constitué d'un modèle sémantique (formalisme entité-association) et d'un modèle de localisation défini par un Type Abstrait de Données (TAD) appelé Geometry ([Dav 93]).

La localisation et la topologie des entités géographiques sont gérées par le modèle de localisation, tandis que le schéma conceptuel de l'utilisateur est exprimé à l'aide du modèle entité-association. Toute entité définie dans ce schéma peut être localisée à l'aide d'un attribut de type Geometry.

- Le modèle "géo-objet" ([Lip 86]) supporte la modélisation de données à référence spatiale. Il est basé sur le formalisme entité-association étendu par les concepts d'objet complexe (objet composé d'autres objets selon différents méthodes : l'ensemble, la liste ou le tuple) et de type abstrait de données pour les attributs.

Dans ce modèle, les objets géographiques réels et leur représentation sur la carte sont décrits séparément. Cela permet d'évaluer l'information géographique indépendamment de sa représentation et de construire diverses cartes à partir d'objets géographiques donnés.

- [Wor 90] utilise un formalisme orienté-objet pour modéliser les données à référence spatiale. Le modèle sélectionné est IFO (Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects). Il permet de représenter les éléments spatiaux de base (point, ligne et polygone) ainsi que les objets géographiques.

Notons qu'il existe un formalisme (CONGOO), élaboré par Dimos PANTAZIS, mettant l'accent sur la représentation des relations topologiques. Malheureusement, ce formalisme n'a pas encore été publié à ce jour et nous ne pourrions donc pas l'utiliser dans la suite de ce travail.

Après avoir décrit les lacunes des formalismes traditionnels, nous allons sélectionner un formalisme adapté à la structuration d'information spatiale, qui offre des solutions à ces lacunes (MODUL-R). Nous décrirons ses apports par rapport au formalisme entité-association et enfin, évoquerons comment on peut intégrer certains de ces apports dans le formalisme entité-association utilisé dans DB-Main.

2. Lacunes des formalismes traditionnels (c'est-à-dire sans référence spatiale)

Nous allons énumérer les lacunes du formalisme entité-association pour la modélisation de données à référence spatiale. Les remarques qui seront faites pour ce modèle sont également valables pour les autres formalismes traditionnels (c'est-à-dire sans référence spatiale).

Tout d'abord, le modèle entité-association présente des lacunes en ce qui concerne la modélisation des références spatiale et temporelle. Traditionnellement, la référence spatiale était représentée à l'aide d'entités géométriques que l'on ajoutait dans le schéma conceptuel. Mais cette manière de procéder engendrait de nombreux inconvénients que nous développerons au chapitre III.3.4..

Ensuite, la richesse d'expression du modèle entité-association est trop faible pour permettre une traduction facile de ce modèle pour les outils orientés-objets qui se développent de plus en plus (par exemple les SGBD Orientés Objet)

Il apparaît que les bases de données des SIG sont généralement très complexes, c'est-à-dire qu'elles possèdent un grand nombre d'entités, de relations et d'attributs. La lecture, la compréhension, la validation et la manipulation des schémas entité-association des BD géographiques sont donc assez laborieuses.

Enfin, la modélisation de données spatiales implique la description de relations topologiques entre les objets géographiques. Le formalisme entité-association ne possède pas de concepts spécifiques pour exprimer les relations topologiques. Celles-ci doivent être représentées à l'aide de types d'association.

3. Formalisme MODUL-R

Le formalisme MODUL-R intègre des solutions pour les trois premiers problèmes soulevés précédemment. Nous allons décrire ses apports à la structuration d'informations à référence spatiale.

Ce formalisme a été développé au Centre de recherche en géomatique de l'Université de Laval sous la direction d'Yvan Bédard. Il est basé sur le formalisme de la méthode MERISE et son développement a été influencé par l'approche INFORMATION ENGINEERING. Celle-ci est une approche par les données qui favorise l'utilisation d'ateliers de génie logiciel pour faciliter le processus de conception et de gestion des modèles.

3.1. Caractéristiques de MODUL-R

La signification du terme MODUL-R est la suivante :

- "MODUL" évoque la modularité du formalisme et
- "R" exprime une modélisation intégrée de la réalité.

Ce formalisme intègre des éléments de solution à la modélisation de la référence temporelle, spatiale et aux modèles complexes. De plus, il facilite la traduction vers une modélisation orientée-objet.

MODUL-R est basé sur le formalisme entité-association (ou plus précisément le formalisme Individuel) auquel se greffent trois modules complémentaires. Ceux-ci sont eux-mêmes composés de sous-modules regroupant diverses techniques de modélisation. Ces modules et sous-modules constituent des "blocs" combinables par l'utilisateur. Le modélisateur peut donc choisir les "blocs" qu'il veut utiliser et doit lui-même faire un compromis entre facilité de lecture et grande richesse d'expression du schéma résultat.

3.2. Structure de MODUL-R

MODUL-R repose sur le formalisme entité-association auquel s'ajoutent trois modules (voir figure 3.1) :

- *Module Référentiel (Ré)*
 - Référence spatiale (RéSp)
 - Référence temporelle (RéTe)
- *Module Agrégation sémantique (Ag)*
- *Module Simplification (Si)*
 - Niveaux d'abstraction (SiAb)
 - Généralisation-spécialisation (SiGé)

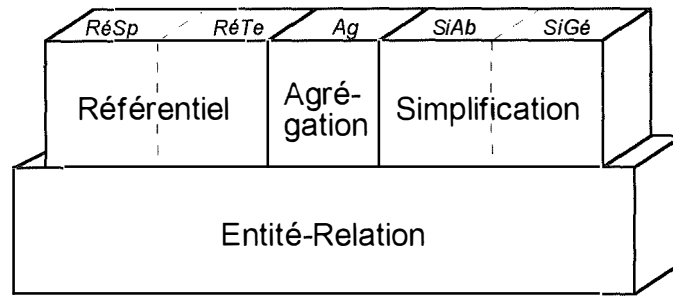


Figure 3.1 : Structure modulaire de MODUL-R ([Car 93])

3.3. Module Entité-Relation

Ce module contient les composantes sémantiques de base du formalisme entité-association, c'est-à-dire les entités, associations, attributs, cardinalités, ainsi qu'une contrainte appelée abusivement dépendance fonctionnelle.

3.4. Module Référentiel (Ré)

Ce module permet de référencer les entités dans l'espace (référence spatiale), et les entités et relations dans le temps (référence temporelle).

Traditionnellement, on avait l'habitude de représenter la référence spatiale des entités en ajoutant des entités géométriques dans le schéma conceptuel (voir figure 3.2).

Notons que dans cet exemple, il semblerait que le sous-schéma représentant les entités géométriques soit le schéma conceptuel du modèle Arc-Noeud (voir annexe 1). Les types d'entité POLYGONE et NOEUD désigneraient bien entendu les polygones et les noeuds tandis que le type d'entité POINT représenterait les points intermédiaires et que le type d'entité LIGNE évoquerait les ARCS. Quelques commentaires sur ce schéma sont à mettre en évidence.

L'absence de contrainte de couverture entre les rôles assumés par NOEUD évoque qu'il peut exister des noeuds isolés. Mais la connectivité 0-1 du rôle joué par POINT indique qu'il peut y avoir des points isolés. Comment représentera-t-on un point isolé? Par une instance du type d'entité POINT ou par une instance du type d'entité NOEUD?

Dans le modèle Arc-Noeud, un noeud est défini comme l'intersection entre deux ou plusieurs arcs. Un point intermédiaire ne peut donc appartenir qu'à un seul arc, sinon il serait alors considéré comme un noeud. Cette propriété justifie que la connectivité du rôle de POINT dans COMPOSITION soit 0-1 et non 0-N.

Il n'existe pas de contrainte de couverture entre les rôles assumés par POLYgone dans GAUCHE et DROITE. Cette contrainte devrait être notée car un polygone est toujours délimité par au moins une ligne.

L'utilisation de ce sous-schéma présente des inconvénients.

Tout d'abord, les logiciels SIG possèdent leur propre structure interne de gestion des données géométriques. Celle-ci est souvent peu documentée et il est difficile pour l'utilisateur de décrire précisément cette structure au niveau conceptuel.

Ensuite, la structure des données géométriques au niveau conceptuel n'a pas d'intérêt pour le concepteur.

Enfin, une incorporation d'entités géométriques dans le schéma conceptuel le rend plus difficile à lire et à communiquer.

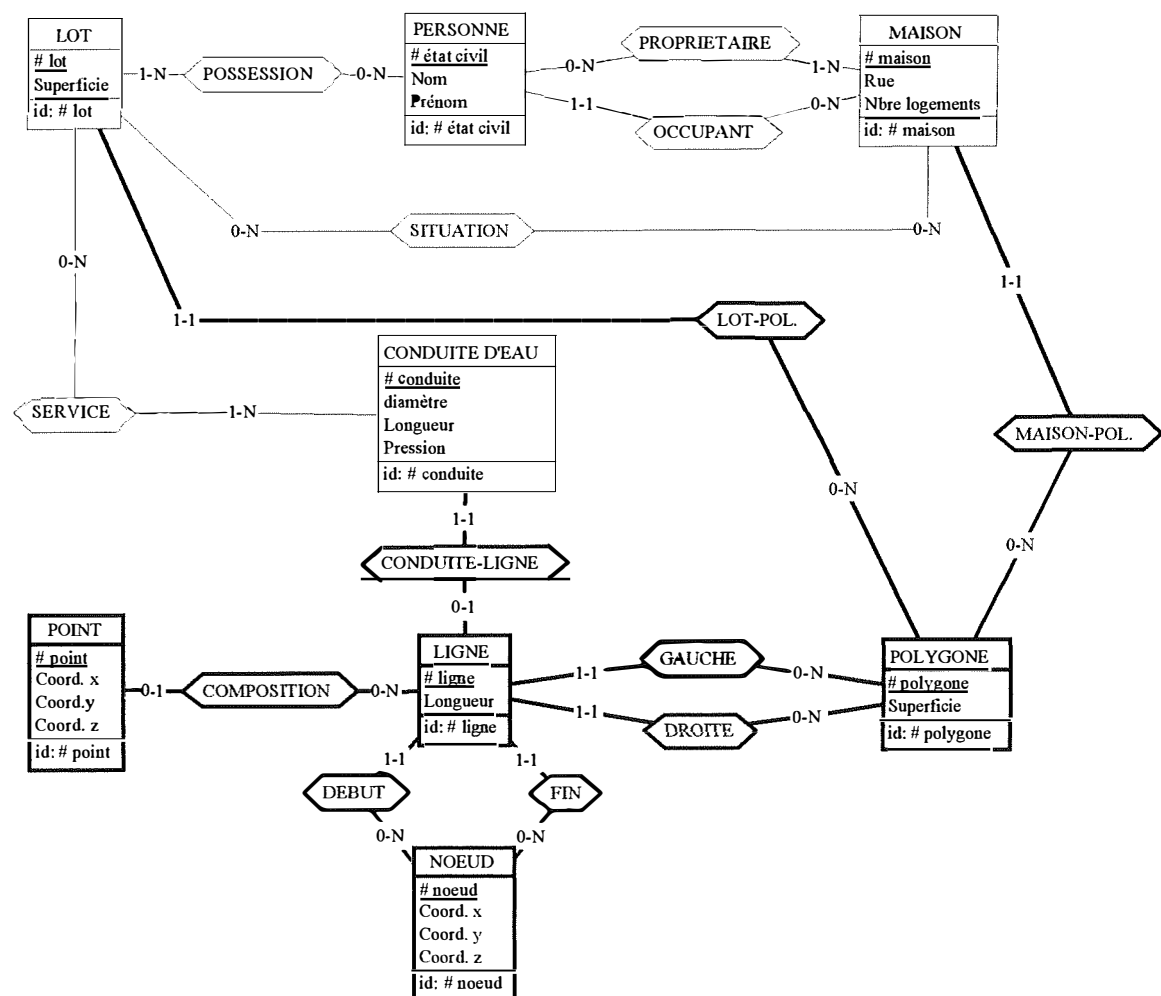


Figure 3.2 : Exemple de schéma conceptuel contenant des entités géométriques (d'après [Car 93])

Afin de ne pas alourdir le schéma conceptuel, des pictogrammes spatiaux et temporels qui permettent de stipuler avec quelles formes géométriques seront numérisées les diverses entités dans le SIG, ont été créés.

3.4.1. Sous-module Référence Spatiale (RéSp)

Les pictogrammes spatiaux permettent d'identifier les entités géométriques que l'on veut cartographier et de décrire leur **forme géométrique**.

Quatre formes géométriques peuvent être représentées à l'aide d'un pictogramme : le point, la ligne, la surface et le volume.

Un pictogramme spatial **simple** contient une seule forme géométrique. Sa présence dans une entité signifie que toute occurrence de celle-ci sera représentée par au moins un élément géométrique ayant cette forme. Un pictogramme spatial peut contenir plus d'une forme géométrique (pictogramme spatial **complexe**). Ce type de pictogramme signifie que chaque occurrence de l'entité qu'il décrit est formée d'une agrégation des formes géométriques figurant dans ce pictogramme. Il existe également des pictogrammes spatiaux de type **alternatif**. Dans ce cas, chaque occurrence de l'entité qu'ils décrivent est représentée par l'une ou l'autre forme qu'ils contiennent (voir figure 3.3).

Lorsqu'une entité n'est garnie d'aucun pictogramme spatial, cela signifie qu'on ne désire pas la cartographier.

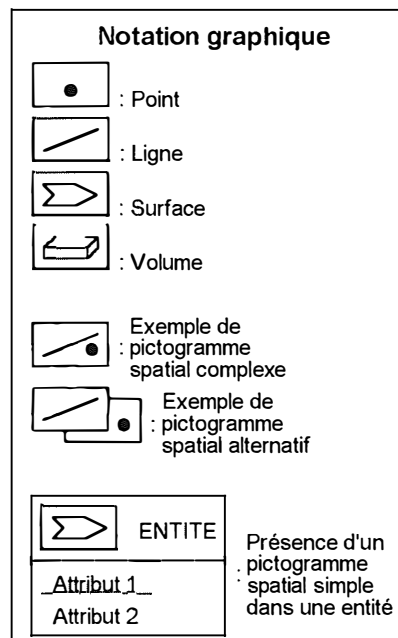


Figure 3.3 : Notation graphique des pictogrammes spatiaux, (d'après [Car 93])

En utilisant les pictogrammes spatiaux, le schéma de la figure 3.2 prend la forme suivante (voir figure 3.4).

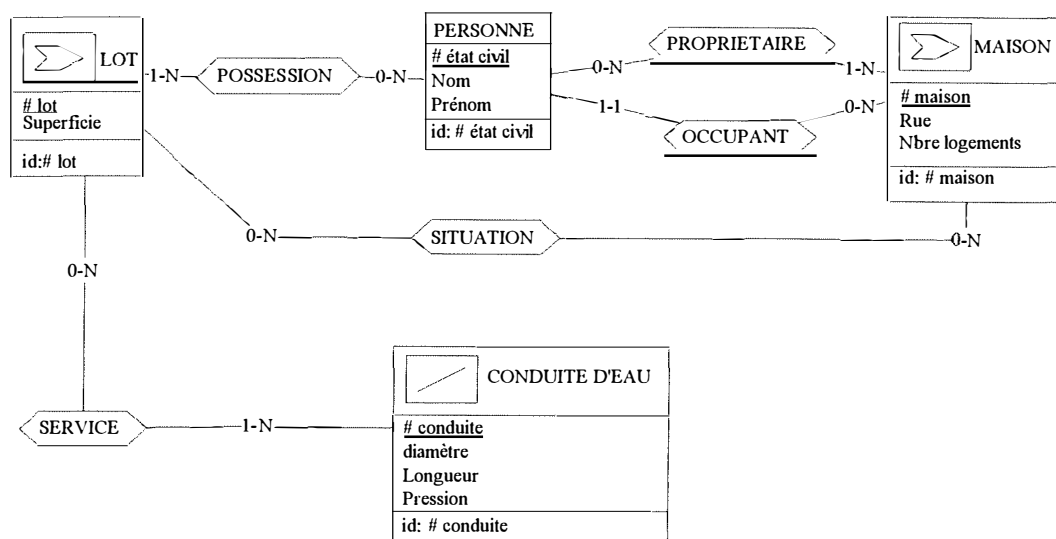


Figure 3.4 : Exemple de schéma conceptuel contenant des pictogrammes spatiaux

3.4.2. Sous-module Référence Temporelle (RéTe)

Le sous-module Référence Temporelle fournit des pictogrammes qui permettent d'identifier les entités et relations pour lesquelles on désire conserver leurs différents états. Plusieurs aspects d'une entité ou d'une relation peuvent être référencés dans le temps. Il existe quatre éléments de la gestion temporelle.

1. L'existence

L'existence concerne les entités et les relations. La gestion de l'existence permet de savoir quand une entité ou une relation naît et quand elle meurt.

2. La présence

La présence ne concerne que les entités. Elle permet d'être informé du moment où une occurrence d'entité est présente physiquement et du moment où elle n'est pas sur le territoire. C'est le cas, par exemple, d'un véhicule d'urgence dont la position est gérée en temps réel. Il lui est possible de quitter le territoire couvert par le SIG tout en continuant d'exister. La présence est subordonnée à l'existence.

3. La fonction

La fonction ne concerne que les entités. Elle permet de connaître quand une occurrence d'entité remplit son rôle et quand elle ne le remplit pas. Une aire de stationnement où un panneau en interdit l'utilisation de 9h00 à 17h00 est un exemple de fonction activée/désactivée.

Tout comme la présence, la fonction est liée à l'existence. Une entité peut contenir plus d'une fonction.

4. L'évolution

L'évolution concerne les attributs des entités et des relations. La gestion de l'évolution consiste à savoir quand les différentes valeurs des attributs ont été valides. Elle se définit par des périodes de stabilité (valeur d'attribut constante = intervalle temporel) et par des périodes transitoires (valeurs d'attributs changeantes = N points temporels).

Pour plus d'informations concernant ce sous-module, le lecteur se référera à [Car 93] et [Pag 93].

3.5. Module Agrégation sémantique (Ag)

Ce module enrichit le formalisme entité-association en intégrant des éléments des formalismes orientés-objets.

Il permet de créer des entités complexes. De telles entités sont reliées à d'autres entités par la relation "Avoir" (voir figure 3.6). Ces relations s'accompagnent de contraintes (cardinalités) d'agrégation sémantique (et non spatiale).

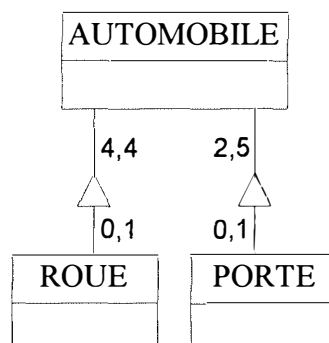


Figure 6 : Exemple d'entité complexe ([Pag 93])

3.6. Module Simplification (Si)

Ce module a pour but de faciliter, au moyen de diverses techniques, la lecture, la vérification, la modification et l'analyse des modèles complexes.

3.6.1 Sous-module Abstraction (SiAb)

3.6.1.1. Regroupement thématique

Les entités peuvent être regroupées par thèmes. L'origine d'un thème peut être soit une logique sémantique, soit une grande interrelation d'entités entre elles, soit un regroupement physique des données, soit l'utilisation des données par un même groupe d'utilisateurs.

L'interrelation entre plusieurs thèmes apparaît via les **entités charnières** qui sont les intersections entre les différents thèmes. Une relation entre deux entités appartenant à des thèmes distincts (**relation charnière**) indique un potentiel d'échange de données.

3.6.1.2. Niveaux d'abstraction

Cinq niveaux d'abstraction sont utilisés afin de permettre la gestion de modèles complexes.

Le **niveau I** qui donne une idée générale du modèle est utilisé pour la communication entre le modélisateur et les hauts gestionnaires du projet. On y trouve les thèmes et les relations charnières.

Le **niveau II** stipule les entités incluses dans chaque thème. Thèmes, relations charnières, entités, super-entités (voir chap. III.3.6.2) et entités complexes y figurent.

Dans le **niveau III**, chaque thème est traité séparément et les relations concernant les entités du thème illustré sont indiquées.

Le **niveau IV** permet de connaître toutes les relations et contraintes, ainsi que le contenu de chaque entité. Il fait apparaître les entités, les super-entités, les agrégations sémantiques, les relations (nom, attributs et cardinalités) et les dépendances fonctionnelles.

Le **niveau V** fournit la définition de chaque entité, la description de leurs attributs, ainsi que la description des entités géométriques correspondant aux différentes entités. Quant aux relations, leur définition et la description de leurs attributs sont enregistrées.

3.6.1.3. Vues

Une vue est une représentation du modèle contenant des éléments d'intérêt afin de satisfaire un but spécifique. Elle peut être créée à tous les niveaux d'abstraction.

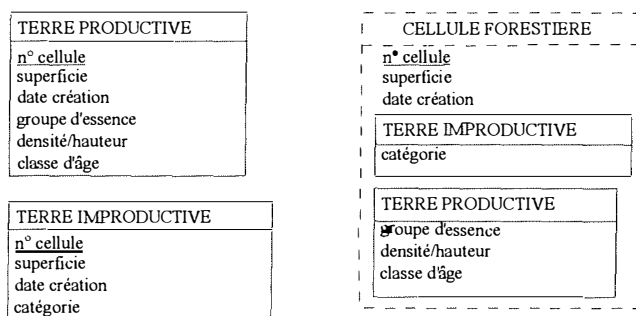
3.6.2. Sous-module Généralisation-spécialisation (SiGé)

Ce sous-module permet la généralisation-spécialisation des entités afin de simplifier la lecture du schéma conceptuel. La généralisation-spécialisation consiste en la création de groupes significatifs d'entités qui ont des caractéristiques communes. On obtient alors ses super-entités. Il existe différents mécanismes d'héritage entre une super-entité et ses entités de base. Nous allons énoncer les dix règles de généralisation-spécialisation figurant dans [Pag93].

Première règle

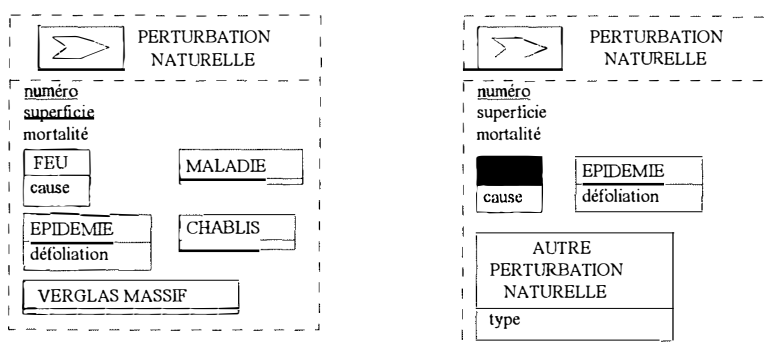
"Une super-entité peut être créée à partir d'un groupe logique d'entités partageant un ou plusieurs attributs communs et/ou une ou plusieurs relations communes".

N.B : La généralisation-spécialisation ayant pour but de faciliter la lecture du schéma conceptuel, il n'est pas obligatoire d'utiliser cette technique à chaque généralisation-spécialisation possible.

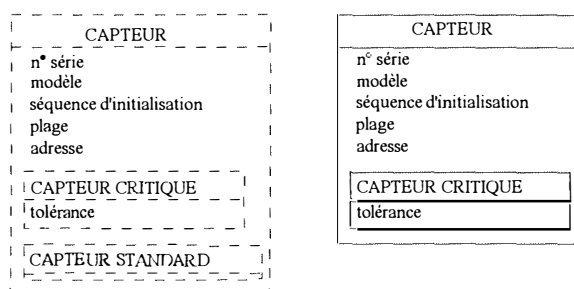


Deuxième règle

"Si à la suite d'une généralisation on retrouve des sous-entités vides (i.e. sans attributs spécifiques), on peut les regrouper dans une même sous-entité qu'on appelle AUTRE. Un attribut "type" permet de les différencier."

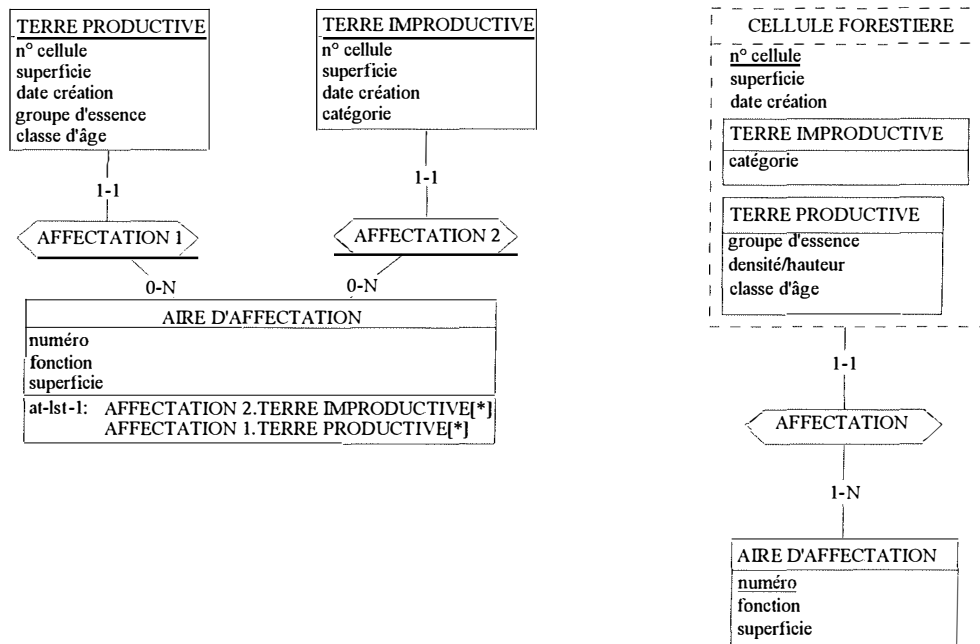


"Dans le cas d'une spécialisation, lorsqu'une seule sous-entité se trouve vide, on la gère au niveau de la super-entité. Celle-ci devient alors une entité réelle (boîte tracée en trait plein)." Le terme "entité réelle" n'ayant pas été défini l'auteur, nous supposons qu'il s'agit d'un concept analogue à celui d'objet réel, qui est distingué du concept d'objet virtuel, en programmation objet.



Troisième règle

"Pour qu'il y ait généralisation de relations reliées à des entités, toutes les sous-entités de la super-entité doivent posséder cette relation et avoir les mêmes cardinalités. Chaque sous-entité hérite intégralement de cette relation."



Quatrième règle

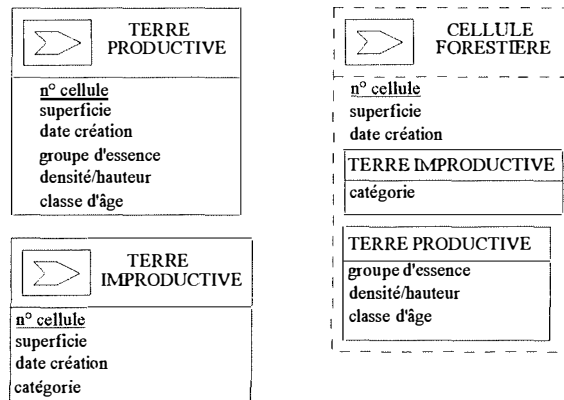
"Lorsqu'un attribut est inscrit seulement dans la super-entité, mais non-inscrit dans une entité sous-jacente, cela signifie qu'il est hérité intégralement de la super-entité (incluant le domaine de valeurs possibles). Pour qu'un attribut puisse se retrouver dans une super-entité, il faut qu'il représente exactement la même notion pour toutes les entités incluses dans la généralisation. Il faut de plus qu'on désire en gérer l'évolution pour chaque sous-entité. Il doit donc posséder un pictogramme d'évolution qui soit le même pour toutes les sous-entités."

Cinquième règle

"Lorsqu'un attribut est inscrit seulement dans une sous-entité, mais non dans la super-entité qui l'englobe, cela signifie que l'attribut est spécifique à la sous-entité en question."

Sixième règle

"Pour qu'il y ait généralisation des pictogrammes de référence spatiale, toutes les entités doivent posséder le même pictogramme spatial."



Septième règle

"Pour qu'il y ait généralisation de pictogrammes temporels d'existence, de présence ou de fonction, toutes les entités doivent posséder le même pictogramme temporel d'existence, de présence ou de fonction. Dans ce dernier cas, il faut évidemment qu'il y ait héritage de fonction, i.e. que toutes les entités aient la même fonction définie intégralement."

Huitième règle

"Pour qu'il y ait généralisation de pictogrammes temporels d'évolution spatiale, toutes les entités doivent posséder le même pictogramme d'évolution spatiale."

Neuvième règle

"Il peut y avoir des généralisations-spécialisations de généralisations-spécialisations."

Dixième règle

"Il peut y avoir des relations spécifiques à une entité incluse dans la généralisation, que ces relations proviennent d'entités à l'extérieur ou à l'intérieur de la généralisation."

4. Adaptation de MODUL-R à DB-Main

4.1. Introduction

Le formalisme MODUL-R 2.0 a été porté sur un AGL qui ne nous est malheureusement pas disponible.

Cependant, vu la complexité des schémas conceptuels que nous allons élaborer, un AGL permettant la création d'une base de données à partir d'un schéma conceptuel nous serait fort utile. L'AGL DB-Main, qui nous est disponible, fournit ce type de service mais il n'a pas été conçu pour supporter le formalisme MODUL-R.

Contrairement à une démarche classique qui consiste à créer un AGL applicable à un formalisme particulier, nous allons être amenés à adapter le formalisme MODUL-R au formalisme entité-association utilisé dans l'AGL DB-Main. Il s'agira d'adaptations graphiques et non de changements sémantiques. Nous allons donc décrire comment représenter graphiquement dans DB-Main des modèles qui ont un graphisme différent mais une sémantique équivalente dans MODUL-R.

L'élaboration des schémas conceptuels des documents produits par le Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur, ne requerra pas l'utilisation de tous les modules et sous-modules du formalisme MODUL-R. Nous allons décrire les adaptations à DB-Main des modules et sous-modules qui nous seront nécessaires et possibles.

4.2. Module Entité-Relation

Ce module utilise une contrainte appelée abusivement dépendance fonctionnelle. Celle-ci peut être illustrée par l'exemple suivant (voir figure 3.7).



Figure 3.7 : Exemple de ce que l'auteur nomme "dépendance fonctionnelle" (d'après [Car 93])

Dans cet exemple, un nom de rue peut ne pas être unique dans une grande ville, ce qui amène l'auteur à ajouter une flèche à la relation APPARTENANCE, indiquant alors que l'identifiant de QUARTIER est nécessaire pour identifier chaque occurrence de l'entité RUE de façon unique. Il nommera alors l'identifiant de QUARTIER "identifiant fort" et, celui de RUE "identifiant faible".

Dans DB-Main, un tel type de contrainte sera exprimé à l'aide de l'identifiant de l'entité contenant "l'identifiant faible" (voir figure 3.8).

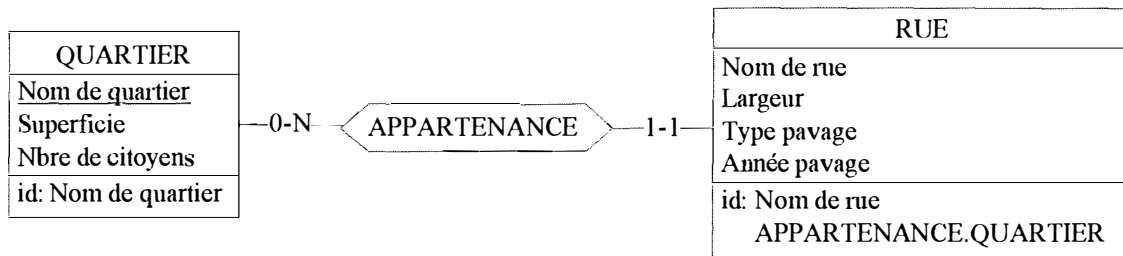


Figure 3.8 : Expression de la figure 3.7 par DB-Main

4.3. Module Référentiel

4.3.1. Sous-module Référence Spatiale

Pour représenter les pictogrammes de référence spatiale, nous allons adopter une approche orientée objet.

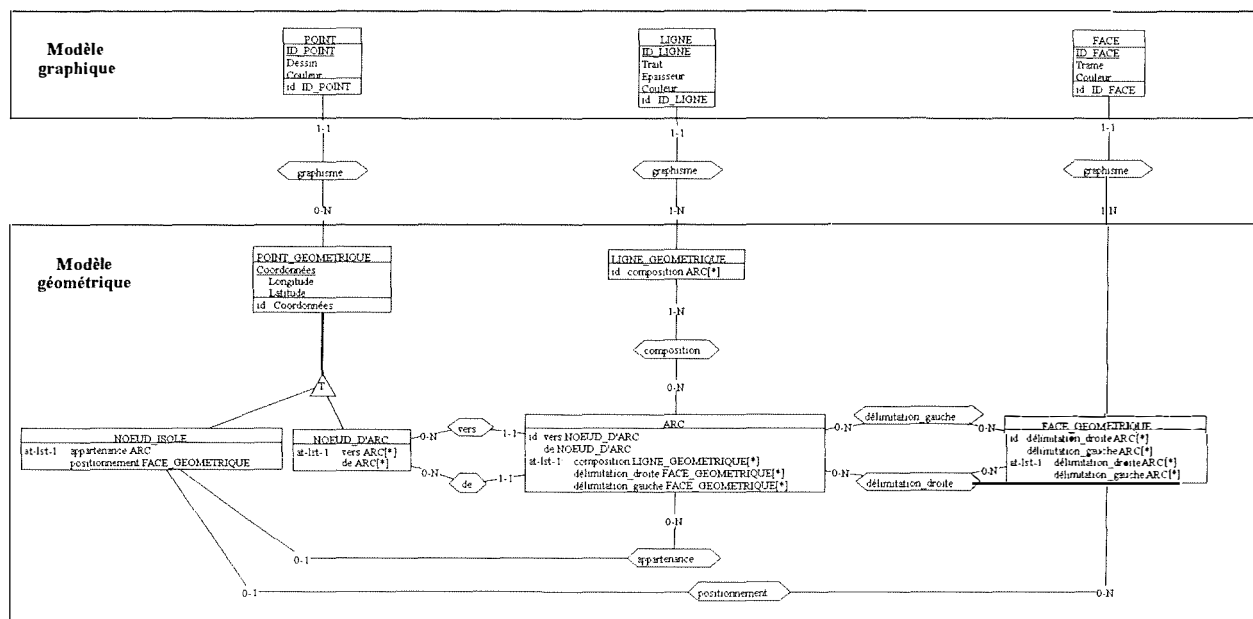
Un pictogramme spatial est une caractéristique d'une entité. Nous allons le remplacer par un attribut de nom "Forme" pouvant être de différents types particuliers représentant des figures géométriques et leur aspect graphique. Ces types sont POINT, LIGNE ou FACE et correspondent à des entités graphiques qui sont elles-mêmes chacune liées à une entité géométrique.

Le schéma conceptuel d'une carte géographique est alors représenté par deux sous-schémas (voir figure 3.9) :

- un sous-schéma (modèle physique) composé des données du problème et de leurs relations sémantiques et topologiques;
- un sous-schéma¹ composé de deux modèles : un modèle graphique et un modèle géométrique. Les objets géographiques du modèle physique font chacun référence à une entité graphique (POINT, LIGNE ou FACE) qui décrit leur symbologie sur la carte (couleur, trame,...). Chaque entité graphique est elle-même liée à une et une seule entité géométrique (POINT_GEOMETRIQUE, LIGNE_GEOMETRIQUE ou FACE_GEOMETRIQUE) qui exprime la forme et la localisation de l'objet géographique. Une entité géométrique (POINT_GEOMETRIQUE, LIGNE_GEOMETRIQUE ou FACE_GEOMETRIQUE) peut avoir plusieurs représentations graphiques et donc correspondre à plusieurs objets géographiques. Cependant, les lignes et les faces géométriques correspondent toujours à au moins un

¹Ce sous-schéma est inspiré de la norme EDIGéO (Echanges de Données Informatisées dans le domaine de l'information Géographique).

objet géographique, tandis que les points géométriques peuvent n'être liés à aucun objet géographique de type POINT. Ils représentent alors des noeuds d'arc.



Contraintes

Une face est délimitée par au moins trois arcs.

excl : ARC.délimitation_gauche_FACE_GEOMETRIQUE
ARC.délimitation_droite_FACE_GEOMETRIQUE

Une face est fermée, c'est-à-dire que chaque NOEUD_D'ARC de chaque ARC d'une FACE correspond à un seul autre NOEUD_D'ARC des autres ARCs de cette FACE

Une face n'est pas dégénérée, c'est à dire que ses arcs ne s'intersectent pas et que sa surface n'est pas nulle

excl : NOEUD_D'ARC.vers_ARC
NOEUD_D'ARC.de_ARC

Pour tous les arcs formant une ligne, chacune de leur extrémité correspond à au plus une extrémité des autres arcs formant la ligne.
Seules zéro ou deux extrémité(s) peuvent ne pas avoir de correspondant.

Figure 3.9 : Sous-schéma composé des entités géométriques et graphiques, et de leurs relations

Un **point géométrique** est un élément de dimension zéro, donc ponctuel. Il est identifié par sa position et est de type noeud isolé et/ou noeud d'arc. Un noeud isolé permet par exemple de positionner un arrêt de bus ou un arbre, tandis qu'un noeud d'arc correspond à l'extrémité d'un ou plusieurs arc(s).

Une **ligne géométrique** est un élément de dimension un qui est formé d'un ensemble d'arcs qui l'identifient.

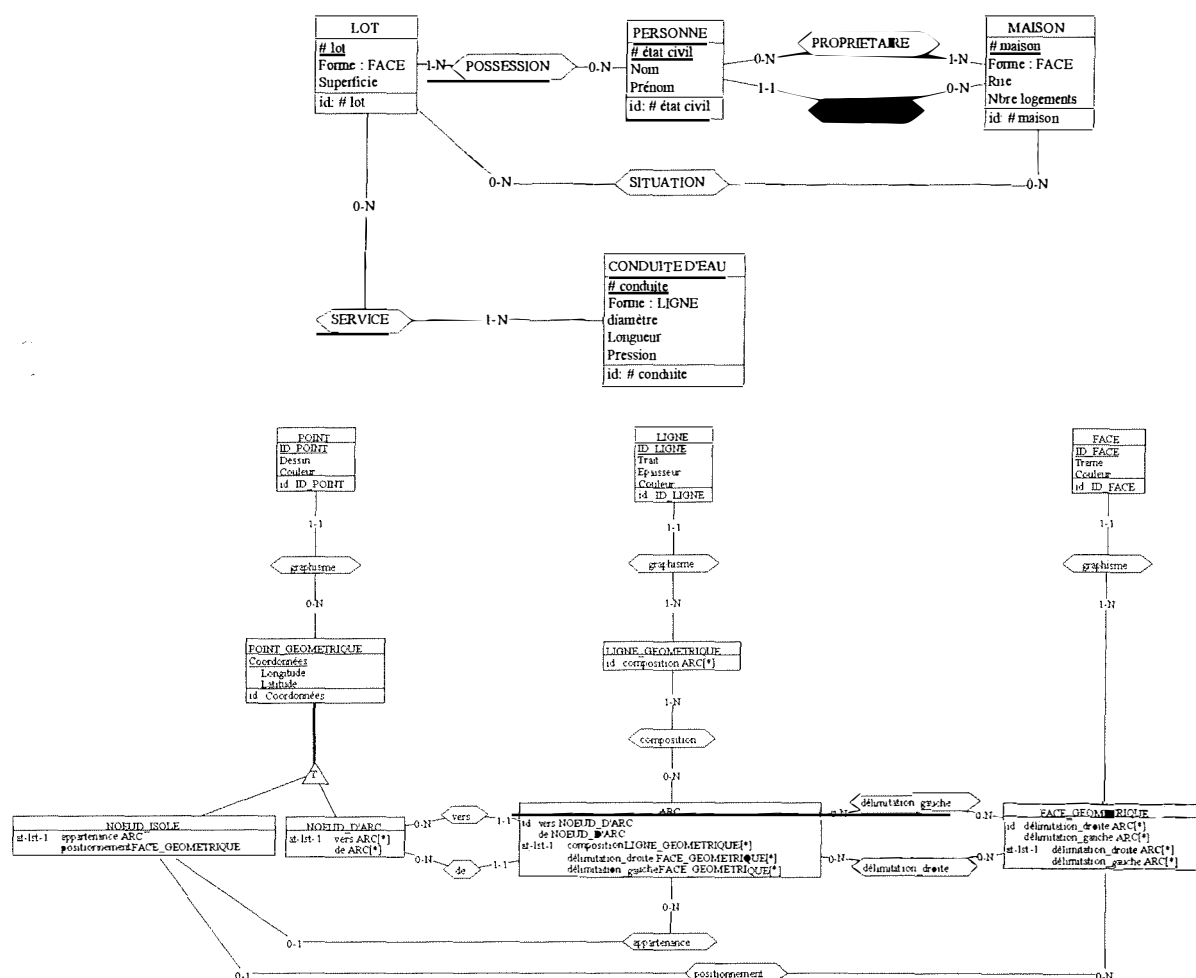
Un **arc** est un segment de droite dont les extrémités sont deux noeuds d'arc qui l'identifient. Il est composé d'un noeud initial et d'un noeud final; il possède donc un sens de parcours. Un arc compose une ou plusieurs lignes et/ou borde une (ex : côté d'une parcelle adjacent au bord d'un plan) ou plusieurs faces (ex : côté d'une parcelle et d'un bâtiment construit sur cette parcelle). Lorsqu'un arc délimite une face, on dit qu'il le fait à gauche ou à droite selon la position de la face par rapport au sens de parcours de l'arc.

Une **face** est un élément de dimension deux identifiée par les arcs qui la composent.

Le graphe résultant de ce sous-schéma peut ne pas être planaire (deux arcs peuvent se croiser sans donner lieu à la création d'un noeud).

Cette approche orientée objet permet la représentation d'objets réels simples c'est-à-dire non décomposables.

Avec cette représentation orientée objet, l'exemple des figures 3.2 et 3.4 est représenté de la manière suivante (figure 3.10) :



Contraintes

Une face est délimitée par au moins trois arcs.

excl : ARC.délimitation_gauche.FACE_GEOMETRIQUE
ARC.délimitation_droite.FACE_GEOMETRIQUE

Une face est fermée, c'est-à-dire que chaque NOEUD_D'ARC de chaque ARC d'une FACE correspond à un seul autre NOEUD_D'ARC des autres ARCs de cette FACE

Une face n'est pas dégénérée, c'est à dire que ses arcs ne s'intersectent pas et que sa surface n'est pas nulle

excl : NOEUD_D'ARC.vers.ARC
NOEUD_D'ARC.de.ARC

Pour tous les arcs formant une ligne, chacune de leur extrémité correspond à au plus une extrémité des autres arcs formant la ligne.
Seules zéro ou deux extrémité(s) peuvent ne pas avoir de correspondant.

Figure 3.10 : Exemple de schéma conceptuel orienté objet

4.3.2. Sous-module Référence Temporelle

Nous verrons dans les plans particuliers d'aménagement que certains objets géographiques font partie d'une situation réelle existante et que d'autres sont l'objet d'un projet d'aménagement. Il arrive que certains types d'objets géographiques, par exemple les voiries avec trottoir, appartiennent soit à une situation réelle, soit à un projet. On pourrait représenter ces objets par deux types d'entité différents, l'un évoquant les objets géographiques réels de ce type et l'autre, les "objets projets" de ce même type. Mais cette façon de procéder alourdirait le schéma. Nous proposons que ces objets soient représentés par un seul type d'entité muni d'un attribut booléen *Existence*. Les instances du type d'entité appartenant à une situation réelle auront la valeur d'*Existence* égale à TRUE, et celles appartenant à un projet auront la valeur d'*Existence* égale à FALSE. Cet attribut correspond au pictogramme d'existence de MODUL-R.

Les autres pictogrammes temporels ne sont pas nécessaires pour les cartes que nous allons modéliser.

4.4. Module Agrégation sémantique

La notation graphique d'une relation "Avoir" dans le formalisme MODUL-R n'est pas représentable avec l'AGL DB-Main. Nous conserverons donc les relations "Avoir" traditionnelles (voir figure 3.11).

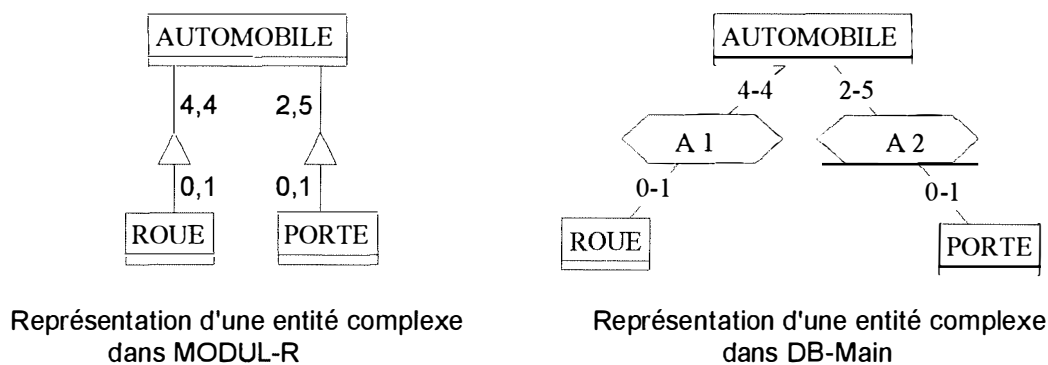


Figure 3.11 : Représentation d'une entité complexe

4.5. Module Simplification

4.5.1 Sous-module Abstraction

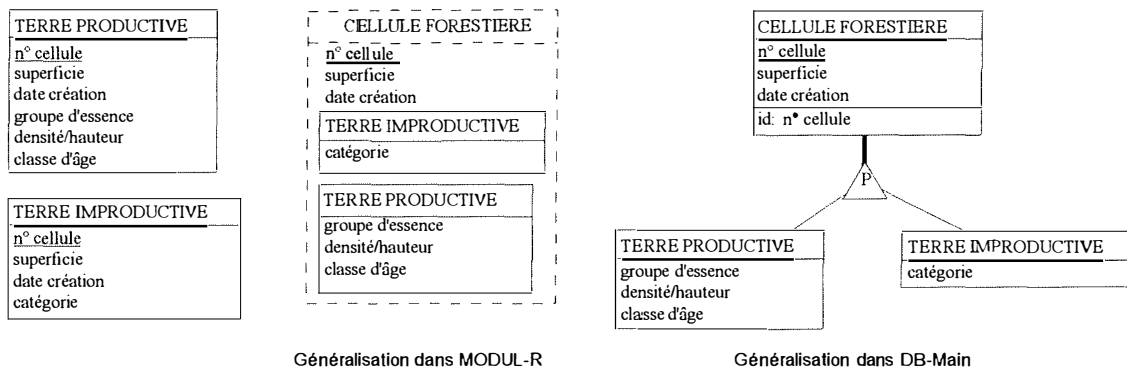
Les regroupement thématique, niveaux d'abstraction et vues tels que définis dans MODUL-R ne peuvent être produits par l'AGL DB-Main.

4.5.2. Sous-module Généralisation-spécialisation

Le processus de généralisation-spécialisation est représenté par le sous-typage (relations is-a) dans le formalisme entité-association utilisé dans DB-Main. Cependant, le sous-typage a une richesse sémantique plus importante que celle du sous-module généralisation-spécialisation de MODUL-R. Une super-entité de MODUL-R peut être représentée dans DB-Main par un super-type ayant pour sa relation is-a une contrainte de partition. Nous allons prendre en revue les dix règles définissant la généralisation-spécialisation de MODUL-R et les illustrer par des exemples, si nécessaire. L'énoncé des règles ne sera pas retranscrit. Cependant, si des précisions doivent être apportées, elles seront définies.

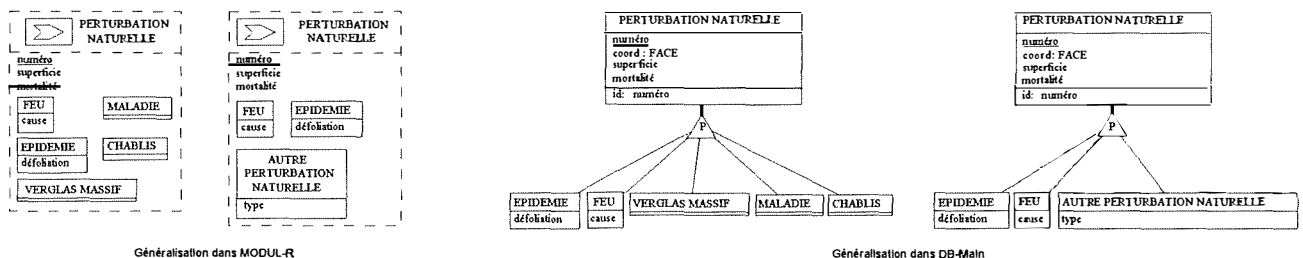
Première règle

Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.

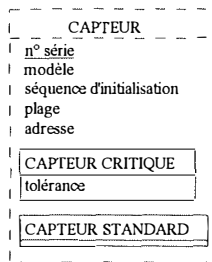


Deuxième règle

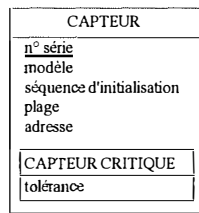
Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.



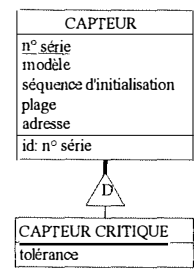
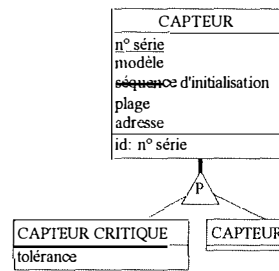
"Dans le cas d'une spécialisation, lorsqu'une seule sous-entité se trouve vide, on la gère au niveau de la super-entité". Il n'y a plus de contrainte de partition sur la relation is-a, mais bien une contrainte de disjonction.



Spécialisation dans MODUL-R

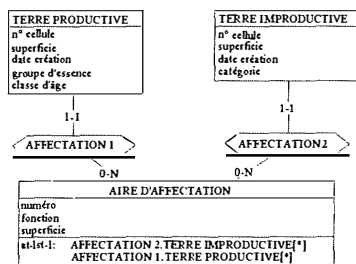


Spécialisation dans DB-Main

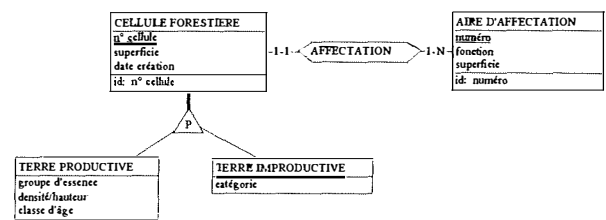
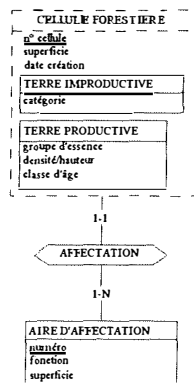


Troisième règle

Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.



Généralisation dans MODUL-R



Généralisation dans DB-Main

Quatrième règle

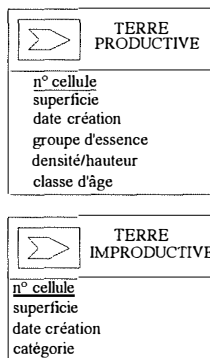
Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.

Cinquième règle

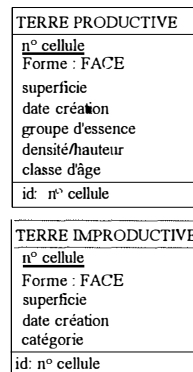
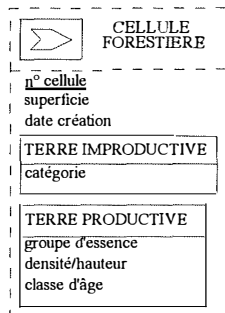
Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.

Sixième règle

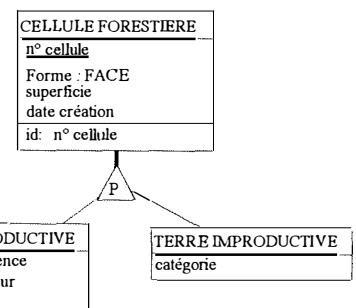
Pour qu'il y ait généralisation des attributs de référence spatiale, toutes les entités doivent posséder le même "attribut spatial."



Généralisation dans MODUL-R



Généralisation dans DB-Main



Septième règle

Pour qu'il y ait généralisation de pictogrammes temporels d'existence, toutes les entités doivent posséder le même pictogramme temporel d'existence.

Huitième règle

Cette règle n'est pas nécessaire car nous n'utiliserons pas les pictogrammes temporels d'évolution spatiale.

Neuvième règle

Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.

Dixième règle

Voir l'énoncé de la règle au chapitre III.3.6.2.

5. Conclusion

Nous avons décrit le formalisme MODUL-R qui permet de modéliser des données à référence spatiale. Nous avons ensuite exprimé les modifications graphiques que devait subir ce formalisme afin d'être conforme aux notations du formalisme entité-association utilisé dans l'AGL DB-Main. Ce formalisme adapté sera utilisé dans la suite de notre travail.

Chapitre IV

Relations topologiques

1. Introduction

Dans l'élaboration du schéma conceptuel des documents produits par le Service d'Aménagement du Territoire, nous allons être amenés à spécifier des relations topologiques entre les différents objets géographiques.

Dans ce chapitre, nous commencerons par définir l'utilité de la représentation de relations topologiques dans le schéma conceptuel d'une carte. Nous donnerons ensuite une définition de relations permettant de décrire toutes les situations topologiques existantes. Ces différentes relations seront utilisées lors de la création des schémas conceptuels des documents du Service d'Aménagement du Territoire. Nous tenterons enfin de déterminer quelles sont les relations topologiques à inscrire dans un schéma conceptuel.

2. Utilité de la présence de relations topologiques dans le schéma conceptuel d'un document cartographique

Comme nous l'avons vu au chapitre III, dans la suite de ce travail, nous exprimerons la localisation des objets géographiques à l'aide de leurs coordonnées (position absolue). Cependant, il existe d'autres méthodes pour spécifier la localisation des objets géographiques. Parmi celles-ci, on trouve la vision topologique. Le rôle de la topologie est de définir les relations entre des formes : inclusion, intersection, recouvrement total, voisinage,... On appelle forme un ensemble tel qu'on puisse définir un intérieur, un extérieur et une frontière. On distingue les formes connexes des formes non connexes. Une forme connexe est telle que si on prend deux points quelconques de la forme a et b , il existe toujours un chemin allant de a à b , tel que les points de ce chemin soient à l'intérieur de la forme. Dans le cas contraire, la forme est non connexe (par exemple : un pays avec des îles, une région avec des lacs (trous)).

Il existe toute une série de relations topologiques entre les différents objets géographiques. Lorsqu'un utilisateur analyse une carte, il peut être amené à se poser différentes questions relatives à ces relations. Par exemple, un gestionnaire d'aménagement du territoire peut avoir besoin de la liste de toutes les parcelles cadastrales composant un îlot, de la liste des parcelles contenant des arbres, de la liste des bâtiments se trouvant dans une parcelle, de la liste des rues par lesquelles passe une canalisation,...

La réponse à ces différentes requêtes peut être trouvée à l'aide de méthodes de géométrie algorithmique permettant de manipuler les données spatiales de nature euclidienne. Ces algorithmes utilisent les coordonnées des objets géographiques. Ils permettent par exemple de rechercher l'intersection entre des segments ou entre un segment et un polygone, de tester l'appartenance d'un point à un polygone, de définir l'intersection, l'union ou la différence de polygones,... Ce type de démarche donne des résultats exacts mais requiert un nombre très important d'accès à la base de données et est très coûteux en temps.

Ainsi, il pourrait être profitable d'enregistrer dans la base de données des relations topologiques judicieuses entre les différents objets géographiques. L'enregistrement de ce type de relations engendre des redondances dans la base de données puisque les coordonnées des objets y sont également inscrites et qu'à partir de celles-ci, il est possible de retrouver toutes les relations topologiques. Cependant, comme nous l'avons dit précédemment, cet enregistrement permet d'optimiser les requêtes spatiales.

L'expression de relations topologiques entre différents objets permet également d'assurer l'intégrité de la future base de données. En effet, certaines relations topologiques entre des objets géographiques doivent toujours être vérifiées. Par exemple, les arbres d'un territoire doivent être disjoints (ne se touchent pas et ne se recouvrent pas), un bâtiment doit obligatoirement être localisé dans une parcelle,... Les contraintes d'intégrité relatives à des objets géographiques peuvent donc être de type topologique. Elles pourraient être exprimées en termes de position absolue, mais cette manière de procéder serait peu commode.

Les relations topologiques entre des objets géographiques sont donc enregistrées pour des raisons d'efficacité et d'intégrité.

Il reste maintenant à définir l'ensemble des relations topologiques que nous allons utiliser dans nos schémas conceptuels de cartes.

3. Définition des relations topologiques

La littérature fournit une quantité importante de définitions de relations topologiques. Nous avons choisi d'utiliser la "Calculus-based Method" [Cle 93] qui a l'avantage de ne définir que cinq relations topologiques et deux opérateurs qui permettent de décrire toutes les situations topologiques existantes.

3.1. Définitions préliminaires

Il existe trois types d'objet : le point, la ligne et la face. Ils sont notés respectivement P, L et A (area). S'il est nécessaire de distinguer deux objets de même type, ils seront numérotés (par exemple : A_1 et A_2). Le symbole λ est utilisé pour représenter un des trois types d'objet.

Un fait est un triplet noté $\langle \lambda_1, r, \lambda_2 \rangle$ qui signifie que λ_1 et λ_2 sont engagés dans la relation r . Les faits peuvent être liés par les opérateurs booléens *et* (\wedge) et *ou* (\vee).

La définition formelle des objets et des relations est basée sur une approche "ensemble de points". Les objets sont des ensembles et les points sont les éléments de ces ensembles. Les objets faces sont des faces connexes sans trou. Les objets lignes ne forment pas d'intersection avec eux-mêmes. Ils peuvent soit être circulaires, soit posséder deux point extrémaux. Les objets points comprennent un seul point.

La fonction "dim" retourne la dimension d'un ensemble de points. Si S est un ensemble de points, on a :

$$\begin{aligned} \dim(S) &= - && \text{si } S = \emptyset; \\ \dim(S) &= 0 && \text{si } S \text{ contient au moins un point mais aucune ligne ni aucune face;} \\ \dim(S) &= 1 && \text{si } S \text{ contient au moins une ligne mais aucune face;} \\ \dim(S) &= 2 && \text{si } S \text{ contient au moins une face.} \end{aligned}$$

La frontière d'un objet λ est notée $\delta\lambda$. Les frontières des trois types d'objet sont les suivantes :

$$\begin{aligned} \delta P &: \text{ensemble vide;} \\ \delta L &: \text{ensemble vide dans le cas d'une ligne circulaire, les deux points extrémaux dans les autres cas;} \\ \delta A &: \text{ligne circulaire entourant les points de la face.} \end{aligned}$$

L'intérieur d'un objet λ est noté λ° . Il est défini par la relation suivante :

$$\lambda^\circ = \lambda - \delta\lambda.$$

3.2. Définition des relations

Cinq relations topologiques ont été définies dans la "Calculus-based Method" [Cle 93] .

La relation *toucher* (touch) s'applique aux couples d'objets A/A, L/L, L/A, P/A et P/L.

$$\langle \lambda_1, \text{touch}, \lambda_2 \rangle \Leftrightarrow (\lambda_1^\circ \cap \lambda_2^\circ = \emptyset) \wedge (\lambda_1 \cap \lambda_2 \neq \emptyset)$$

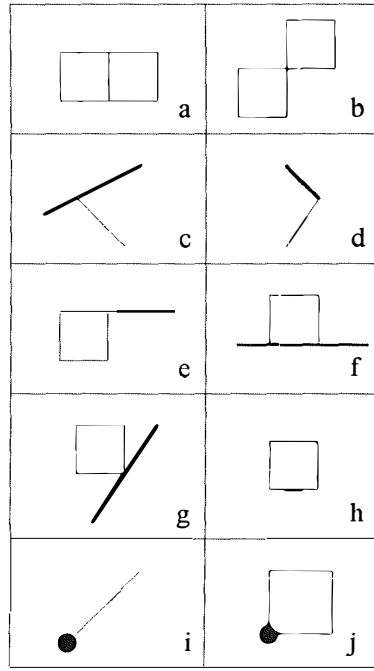


Figure 4.1 : Exemples de la relation *toucher* entre deux faces (a-b), deux lignes (c-d), une ligne et une face (e-h), une ligne et un point (i) et une face et un point (j) (d'après [Cle 93]).

La relation *dans* (in) s'applique à tous les couples d'objets possibles.

$$\langle \lambda_1, \text{in}, \lambda_2 \rangle \Leftrightarrow (\lambda_1 \cap \lambda_2 = \lambda_1) \wedge (\lambda_1^o \cap \lambda_2^o \neq \emptyset)$$

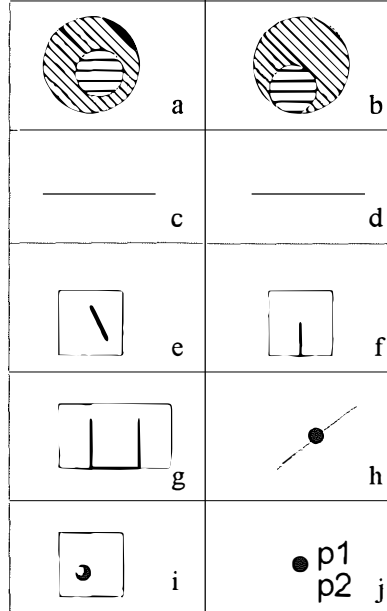


Figure 4.2 : Exemples de la relation *dans* entre deux faces (a-b), deux lignes (c-d), une ligne et une face (e-g), un point et une ligne (h), un point et une face (i) et deux points (j) (d'après [Cle 93]).

La relation *à travers* (cross) s'applique aux couples d'objets L/L et L/A.

$$\langle \lambda_1, \text{cross}, \lambda_2 \rangle \Leftrightarrow \dim(\lambda_1^\circ \cap \lambda_2^\circ) = (\max(\dim(\lambda_1^\circ), \dim(\lambda_2^\circ)) - 1) \wedge (\lambda_1 \cap \lambda_2 \neq \lambda_1) \wedge (\lambda_1 \cap \lambda_2 \neq \lambda_2)$$

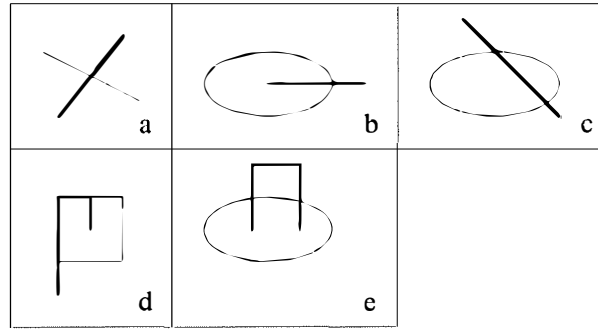


Figure 4.3 : Exemples de la relation *à travers* entre deux lignes (a) et une ligne et une face (b-e) (d'après [Cle 93]).

La relation *chevauchement* (overlap) s'applique aux couples d'objets A/A et L/L.

$$\langle \lambda_1, \text{overlap}, \lambda_2 \rangle \Leftrightarrow (\dim(\lambda_1^\circ) = \dim(\lambda_2^\circ) = \dim(\lambda_1^\circ \cap \lambda_2^\circ)) \wedge (\lambda_1 \cap \lambda_2 \neq \lambda_1) \wedge (\lambda_1 \cap \lambda_2 \neq \lambda_2)$$

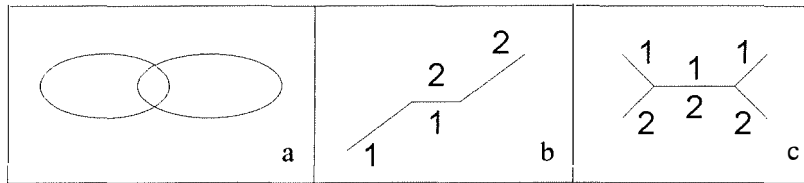


Figure 4.4 : Exemples de la relation *chevauchement* entre deux faces (a) et deux lignes (b-c) (d'après [Cle 93]).

La relation *disjonction* (disjoint) s'applique à tous les couples d'objets possibles.

$$\langle \lambda_1, \text{disj int}, \lambda_2 \rangle \Leftrightarrow \lambda_1 \cap \lambda_2 = \emptyset$$

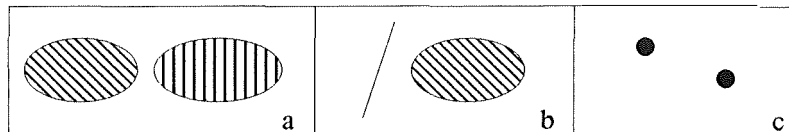


Figure 4.5 : Exemples de la relation *disjonction* entre deux faces (a), une ligne et une face (b) et deux points (c) (d'après [Cle 93]).

La relation r est symétrique ssi $\langle \lambda_1, r, \lambda_2 \rangle \Leftrightarrow \langle \lambda_2, r, \lambda_1 \rangle$.

La relation r est transitive ssi $\langle \lambda_1, r, \lambda_2 \rangle \wedge \langle \lambda_2, r, \lambda_3 \rangle \Rightarrow \langle \lambda_1, r, \lambda_3 \rangle$.

Toutes les relations sont symétriques sauf la relation *dans*. Dans un schéma conceptuel, le sens de cette dernière sera exprimé à l'aide des rôles. La figure 4.6 donne un exemple de schéma conceptuel dans lequel deux objets géographiques sont liés par la relation *dans*. Ce schéma traduit qu'un arbre est localisé dans une seule parcelle et qu'une parcelle contient zéro, un ou plusieurs arbre(s) ($\langle \text{ARBRE}, \text{dans}, \text{PARCELLE} \rangle$).

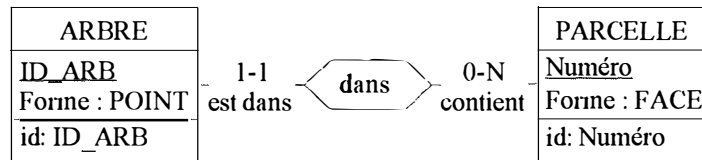


Figure 4.6 : Exemple de schéma conceptuel dans lequel deux objets géographiques sont liés par la relation *dans*.

La relation *dans* est transitive.

[Cle 93] définit également deux opérateurs :

- l'opérateur frontière b pour une face A : le couple (A, b) retourne la ligne circulaire δA ;
- les opérateurs f et t pour une ligne non circulaire L : les couples (L, f) et (L, t) retournent séparément les deux points de l'ensemble δL .

Les cinq relations topologiques sont mutuellement exclusives. Deux objets ne peuvent donc pas être liés par deux relations différentes. De plus, toutes les situations topologiques existantes peuvent être exprimées à l'aide de ces cinq relations de la "Calculus-based Method". Notons que des situations topologiques différentes peuvent être décrites par des relations topologiques identiques. Par exemple, on décrira les cas a et b de la figure 4.1 en disant que deux faces se touchent, alors que ces deux situations topologiques sont dissemblables.

Notons cependant que la "Calculus-based Method" ne concerne pas les objets face complexe (frontière non connexe) et ligne complexe (ligne ayant plus de deux extrémités et formant une intersection avec elle-même). De plus cette méthode est inapte à distinguer le nombre d'objets simples qui caractérisent l'intersection entre deux objets. Enfin, lorsque deux lignes se croisent, il n'est pas possible d'exprimer laquelle est superposée à l'autre.

4. Dans un schéma conceptuel, faut-il inscrire toutes les relations topologiques existant entre les différents objets géographiques?

La plupart des auteurs de formalismes adaptés à la modélisation de données spatiales intègrent, dans leurs exemples, des relations topologiques entre certains objets géographiques. Cependant, ils ne définissent pas toujours ces relations et ne précisent pas quelles sont les relations topologiques à inscrire dans le schéma conceptuel d'une carte.

Nous allons tenter de déterminer si toutes les relations topologiques possibles entre deux objets géographiques quelconques doivent être notées dans un schéma conceptuel.

Pour essayer de répondre à cette question, nous allons partir d'un exemple de carte fictive accompagnée d'une série de requêtes spatiales souvent effectuées par son utilisateur. Nous élaborerons le schéma conceptuel de ce document de deux manières. La première consiste à inscrire dans le schéma les relations topologiques utiles pour répondre aux requêtes de l'utilisateur. Dans la seconde solution, nous déterminerons toutes les relations topologiques possibles entre deux objets géographiques quelconques. Nous comparerons ensuite ces deux solutions et tenterons de déterminer quelles sont les relations topologiques à stipuler dans un schéma conceptuel.

4.1. Exemple

Supposons que nous possédons une carte (voir figure 4.7) sur laquelle sont mentionnés différents objets géographiques : des parcelles, des rues, des bâtiments et des arbres. Dans ce document, une parcelle est identifiée par son numéro. On appelle rue tout espace non recouvert par une parcelle. Une rue est identifiée par son nom. Un bâtiment est situé dans une seule parcelle et on l'identifie par son nom. Un arbre est localisé dans une parcelle ou à la limite d'une parcelle. Il peut donc toucher une à plusieurs parcelle(s) ainsi qu'une à plusieurs rue(s).

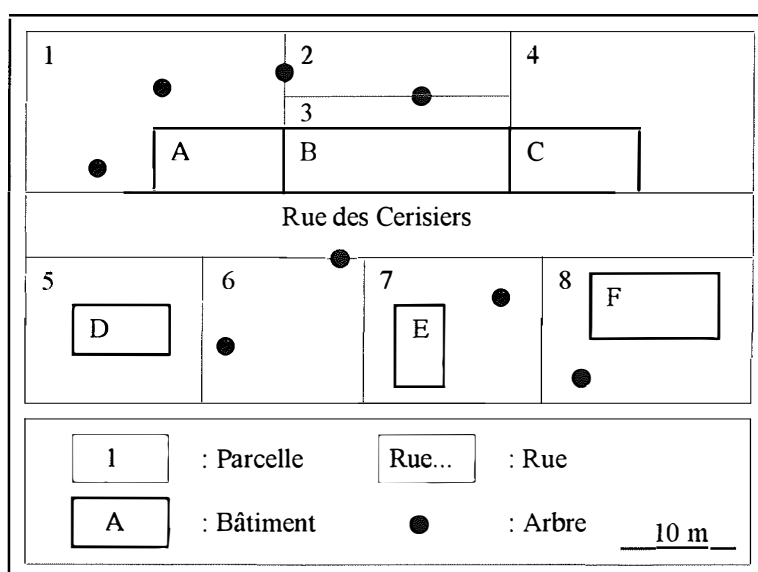


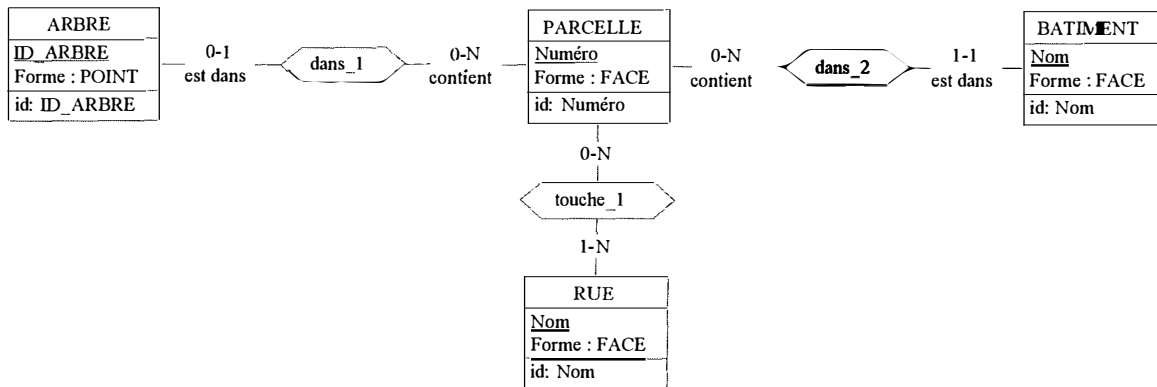
Figure 4.7 : Exemple de carte.

Supposons que l'utilisateur de ce document cartographique soit fréquemment amené à se poser trois types de questions spatiales.

- Quels sont les bâtiments contenus dans une ou des parcelle(s) déterminée(s)?
- Quelles sont les parcelles touchant une ou des rue(s) déterminée(s)?
- Quels sont les arbres localisés dans une parcelle déterminée? Les arbres touchant cette parcelle ne doivent pas être pris en compte.

4.2. Première solution

Le schéma conceptuel suivant permet d'enregistrer les arbres et les bâtiments appartenant aux parcelles ainsi que les rues qui touchent ces dernières.



Pour pouvoir engendrer une base de données cohérente, ce schéma doit être accompagné d'une série de contraintes d'intégrité.

Tout d'abord, chaque fois que deux instances de types d'entités différents sont liées par une association, elles doivent remplir certaines contraintes. En effet, lorsque l'on enregistre que le bâtiment C est dans la parcelle 4, il faut vérifier que l'intersection entre la face C et la face 4 est la face C. Ce contrôle se fera à l'aide d'algorithmes géométriques opérant sur les coordonnées des faces, comme il en a déjà été question au chapitre IV.2. On obtient donc les trois contraintes suivantes :

- dans_1 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_2 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_1 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

Ensuite, il convient de définir des contraintes entre les différentes instances d'un même type d'entité. Un bâtiment, par exemple, ne peut pas contenir ou chevaucher un autre bâtiment. Un bâtiment doit donc obligatoirement soit être disjoint des autres bâtiments, soit toucher les autres bâtiments. Si on raisonne de la même manière pour les autres entités géographiques, on obtient quatre nouvelles contraintes d'intégrité :

- Les FACES des instances du type d'entité PARCELLE sont disjointes ou se touchent.
- Les FACES des instances du type d'entité BATIMENT sont disjointes ou se touchent.
- Les FACES des instances du type d'entité RUE sont disjointes ou se touchent.
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjointes.

L'énoncé stipule qu'une rue est un espace non recouvert par une parcelle. On en déduit donc qu'une rue touche ou est disjointe des parcelles.

- Les FACES des instances du type d'entité PARCELLE sont disjointes ou touchent les instances du type d'entité RUE.

L'observation de la carte et le bon sens nous indiquent qu'un arbre ne peut toucher ou se trouver dans un bâtiment. Or un arbre touche ou est dans une parcelle et un bâtiment est également dans une parcelle. Il convient donc de préciser qu'un arbre est disjoint des bâtiments.

- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints des FACES des instances du type d'entité BATIMENT.

Une dernière contrainte doit encore être stipulée. En effet, l'énoncé nous indique qu'un arbre est localisé dans une parcelle ou à la limite d'une parcelle. Or, dans notre schéma conceptuel, il est stipulé qu'un arbre est dans zéro ou une parcelle. Il faut donc formuler la règle suivante :

- Si un ARBRE n'est dans aucune PARCELLE, alors il TOUCHE au moins une parcelle.

4.3. Deuxième solution

Nous allons tenter de déterminer toutes les relations topologiques possibles entre deux objets géographiques quelconques. Pour ce faire, nous allons créer une matrice reprenant ces différents objets et nous allons inscrire pour chaque couple d'objets les relations topologiques qui peuvent les lier. Un schéma conceptuel pourrait être dessiné à partir de cette matrice mais nous allons nous limiter à l'élaboration de cette dernière.

	ARBRE	PARCELLE	BATIMENT	RUE
ARBRE	Disjonction	<i>Dans (a,ds,p)</i> Touche Disjonction	Disjonction	Disjonction Touche
PARCELLE		Disjonction Touche	Disjonction <i>Dans (b,ds,p)</i> Touche	Disjonction Touche
BATIMENT			Disjonction Touche	Disjonction Touche
RUE				Disjonction Touche

4.4. Comparaison des deux solutions

Nous allons comparer les relations figurant dans la matrice à celles mentionnées dans la première solution. Cette manière de procéder nous permettra de déterminer si dans notre exemple, il est nécessaire de stipuler toutes les relations. Les relations topologiques de la matrice notées en gras correspondent aux contraintes d'intégrité de la première solution. Celles qui sont inscrites en gras italique représentent les relations du schéma de cette même solution. Nous allons passer en revue les relations restantes afin de voir si elles apportent des éléments importants pour la modélisation de la carte.

ARBRE-PARCELLE : Disjonction

Lorsque l'on observe les relations topologiques possibles entre deux objets géographiques, on remarque que la disjonction en fait toujours partie. Nous pensons que cette relation ne doit être indiquée que si elle est déterminante pour préserver l'intégrité de la base de données. Dans ce cas-ci, on a indiqué qu'un arbre touchait ou était dans une parcelle. Ces deux relations étaient obligatoires, un arbre ne pouvant être ailleurs que dans ou à la limite d'une parcelle. Le fait qu'il puisse être disjoint d'autres parcelles n'a pas d'importance.

ARBRE-RUE : Disjonction

Nous avons noté qu'un arbre soit touchait au moins une parcelle, soit se situait dans une parcelle. Or, une parcelle touche ou est disjointe des rues. Il est donc "implicite" qu'un arbre puisse être disjoint d'une rue. Cette relation est "inférée" par d'autres relations déjà présentes.

PARCELLE-BATIMENT : Disjonction

La même remarque que celle énoncée dans le cas d'un arbre et d'une parcelle est à faire.

PARCELLE-BATIMENT : Touche

Comme un bâtiment est toujours dans une parcelle et qu'une parcelle peut toucher d'autres parcelles, il est "implicite" qu'un bâtiment puisse toucher une parcelle.

BATIMENT-RUE : Disjonction et touche

Un bâtiment est toujours dans une parcelle et une parcelle touche ou est disjointe des rues. Il en découle qu'un bâtiment touche ou est disjoint des rues.

Cette analyse nous permet de tirer quelques conclusions.

Tout d'abord, la création d'une matrice a l'avantage de donner une vision complète des relations topologiques entre les objets.

Cependant, beaucoup d'inconvénients sont à attribuer à cette manière de procéder.

Nous avons vu que certaines relations étaient "implicites" ou "inférées". Il n'est pas nécessaire de les indiquer dans le schéma pour garantir la cohérence de la future base de données. Cependant, si ces relations ont de l'importance pour l'utilisateur, elles peuvent faire partie intégrante du schéma conceptuel. Par exemple, si l'utilisateur trouve un intérêt à connaître les bâtiments qui touchent une rue déterminée, il peut créer la relation touche entre les types d'entité bâtiment et parcelle.

Il est important de distinguer dans la matrice les relations en gras (correspondant aux contraintes d'intégrité de la première solution) de celles en gras italique (correspondant aux associations du schéma de la première solution). Ces deux types de relations sont nécessaires pour maintenir la cohérence de la base de données. Cependant, les relations correspondant aux contraintes d'intégrité servent uniquement à vérifier la cohérence de la base de données lors d'une mise à jour. Il serait absurde de représenter ces relations par des associations et d'ainsi enregistrer toutes les instances de ces associations. Il n'y aurait en effet aucun intérêt à connaître la liste de tous les arbres disjoints d'un bâtiment déterminé!

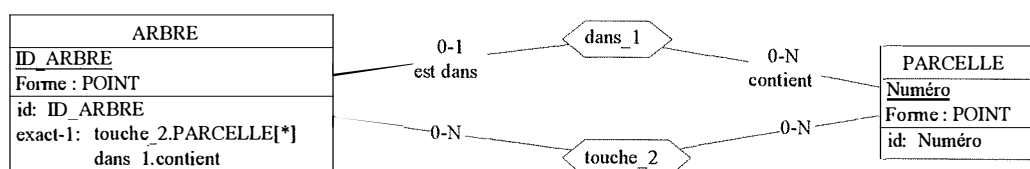
Bien que ce cas n'ait pas été observé dans notre exemple, il serait possible que certaines relations de la matrice soient redondantes. En effet, si la face 1 est dans la face 2 et que la face 2 est dans la face 3, il est redondant d'indiquer que la face 1 est dans la face 3.

4.5. En résumé, que faut-il faire?

Suite à ces diverses observations, nous allons indiquer la manière de procéder qui nous semble la plus favorable.

Tout d'abord, il faut inscrire dans le schéma les relations traduisant les requêtes spatiales fréquentes d'un utilisateur. Cependant ces dernières sont très difficiles à déterminer. Ce n'est souvent qu'au cours de l'analyse d'une carte que ce type de questions surgissent.

Ensuite, il faut préserver la cohérence de la future base de données. Les relations définissant la position des objets géographiques (relations "obligatoires") doivent donc être indiquées. Elles peuvent l'être sous forme de contraintes d'intégrité (cfr. la contrainte de la première solution disant que si un arbre n'est dans aucune parcelle, alors il en touche au moins une). Mais cette relation obligatoire pourrait être exprimée dans le schéma conceptuel lui-même de la manière suivante:



Signalons que dans DB-Main, les composants d'un groupe sont par définition soit des attributs locaux, soit des types d'entité reliés par un type d'association R, au quel cas on les désignera par leur rôle dans le type d'association R.

La façon d'exprimer une relation "obligatoire" (sous forme de contrainte ou d'association) dépend de son utilité pour l'utilisateur de la carte (est-il nécessaire d'enregistrer tous les arbres qui touchent une parcelle?).

Une relation "implicite" ("non obligatoire") peut être exprimée dans le schéma sous forme d'association si elle profitable à l'utilisateur.

5. Conclusion

Nous avons montré l'utilité d'exprimer des relations topologiques dans le schéma conceptuel des documents cartographiques. Il n'est pas nécessaire de représenter toutes les relations topologiques possibles entre deux objets géographiques quelconques. Nous avons tenté de déterminer les relations à représenter dans les schémas conceptuels. Il serait intéressant de pouvoir déterminer, à partir de relations topologiques existantes, les relations qui leur sont "compatibles". Cela permettrait d'éviter des erreurs lors de la création d'un schéma conceptuel de carte car, chaque fois qu'une relation topologique entre deux objets serait introduite dans le schéma, il serait possible de vérifier si cette relation est "compatible" avec les autres.

TROISIEME PARTIE

Analyses personnelles

Chapitre V

Schémas conceptuels

1. Introduction

Nous allons suivre la même démarche pour élaborer le schéma conceptuel des plans particuliers d'aménagement et celui du schéma de structure. Les documents cartographiques que nous analyserons ne sont évidemment pas assortis d'un texte en langage naturel décrivant les objets géographiques (éléments représentés sur le plan par une forme géométrique) et les relations (topologiques ou non) qui les lient. Les seuls documents disponibles sont les cartes elles-mêmes et leur légende (voir annexe), ainsi que leurs documents complémentaires (textes explicatifs, documents sources utiles à la création des cartes,...). La simple observation de documents cartographiques n'est pas suffisante pour permettre la déduction des relations topologiques entre les différents objets géographiques. En effet, un type de situation topologique peut ne jamais apparaître sur les cartes mais être tout à fait possible. Il est donc impératif de se renseigner auprès des auteurs des documents ou de spécialistes. Ils pourront, en outre, indiquer les requêtes potentielles qui seront appliquées aux documents cartographiques.

La réalisation du schéma conceptuel de chacun des deux documents étudiés se fera par construction incrémentale. Nous parcourrons la légende du type de carte choisi et analyserons chacun de ses éléments. Pour ce faire, nous exprimerons la façon dont chaque élément est symbolisé sur la carte (forme géométrique) et nous citerons les caractéristiques qui le définissent, ainsi que les relations topologiques ou non qui le connectent à d'autres éléments. Ces différentes propriétés et relations seront traduites par un schéma conceptuel. Une fois ce travail terminé, nous intégrerons les différents schémas réalisés. Notons que la légende ne sera pas parcourue dans son ordre chronologique mais selon une structure permettant de lier chaque élément à des éléments qui ont déjà été cités.

Les relations topologiques que nous citerons seront celles qui sont nécessaires à la préservation de l'intégrité de la future base de données (voir chapitre IV). Nous ne nous baserons pas sur les requêtes spatiales dont les documents cartographiques feront l'objet car elles sont difficilement prévisibles. La description des relations topologiques sera accompagnée d'un dessin les illustrant quand cela s'avérera utile. Ce croquis ne sera pas réalisé avec les trames utilisées dans le document cartographique. Il sera présent uniquement pour permettre une visualisation rapide des relations topologiques.

2. Remarques préliminaires

Au cours de notre étude, nous serons amenés à tenir fréquemment des raisonnements similaires. Afin de ne pas nous répéter et de ne pas rendre la lecture fastidieuse, nous allons expliciter maintenant ces analyses qui seront, par la suite, tenues sous silence.

Lorsque nous analyserons un objet géographique (parcelle cadastrale, mur, arrêt de bus,...) nous commencerons par décrire la manière dont il est représenté sur la carte. Il peut être symbolisé par un point, une ligne ou une face. Le type d'entité représentant cet objet sera alors doté d'un attribut (élémentaire, obligatoire et monovalué) spécifiant cette caractéristique et portant respectivement le nom *Forme : POINT*, *Forme : LIGNE* ou *Forme : FACE* (voir chapitre III).

Beaucoup d'objets géographiques figurant sur les cartes analysées sont recensés et décrits dans divers documents (permis de lotir, certificats d'urbanisme, liste d'arbres et haies remarquables, relevés de terrain,...). Afin de faciliter l'analyse des documents cartographiques, il est intéressant de spécifier quels sont ces documents ainsi que la personne qui en est responsable. Cette propriété sera traduite, dans le type d'entité représentant l'objet, par l'attribut décomposable et multivalué *Source*. Ce dernier est obligatoire ou facultatif selon les cas et formé des attributs *Nom* et *Responsable*. On pourrait représenter ces documents par un seul type d'entité *Source* alloué des attributs *Nom* et *Responsable*. Cependant la plupart des types d'entité du schéma conceptuel seraient liés au type d'entité *Source*. Cette manière de procéder entraverait donc fortement la lisibilité du schéma conceptuel.

Les entités géographiques (entités représentant un objet géographique) qui n'ont pas une caractéristique spécifique les identifiant (numéro,...) seront pourvue d'un identifiant technique élémentaire, obligatoire et monovalué (voir explications chapitre V.3.2., cas du mur).

Dans la légende, on peut observer que certains types d'éléments (par exemple les voiries avec trottoir) peuvent appartenir à une situation réelle existante ou faire l'objet d'un projet d'aménagement. Lorsque cette caractéristique sera présente, on la traduira, dans le type d'entité représentant l'élément, par l'attribut élémentaire, obligatoire et monovalué *Existence* (booléen) (voir chapitre III.4.3.2.).

Les relations topologiques entre deux objets sont mutuellement exclusives (voir chapitre IV.3.2.). Pour respecter cette propriété, des contraintes d'exclusion seront fixées entre les types d'association qui traduisent une relation topologique et lient les mêmes types d'entité.

Un type d'association exprimant une relation topologique (les relations *toucher*, *dans*, *à travers*, *chevauchement* et *disjonction* sont respectivement représentées par les types d'association *toucher*, *dans*, *à travers*, *chevauch* et *disjoint*) est accompagné d'une série de

contraintes d'intégrité qui permettent d'assurer que les entités liées par cette association respectent la définition de la relation topologique. Ces contraintes peuvent être exprimées par la définition formelle de la relation topologique (voir chapitre IV.3.2.). Elles peuvent l'être aussi à l'aide d'un algorithme géométrique qui vérifie la définition formelle.

3. Plan particulier d'aménagement

3.1. Qu'est-ce qu'un plan particulier d'aménagement (PPA)?

Le plan particulier d'aménagement est le plus détaillé de tous les plans d'aménagement. Sa précision exige donc une grande échelle (1/1000 pour la ville de Namur). Elaboré par la commune, il est l'outil fondamental de toute opération d'aménagement local ou d'urbanisme.

Il poursuit des objectifs très précis. On peut citer par exemple, l'ouverture d'une rue et le remodelage d'un quartier qui en sera la conséquence, la protection et la mise en valeur d'immeubles anciens, la création d'une zone industrielle ou d'un quartier d'habitations sociales,... Un plan particulier peut préciser ou modifier localement un plan de secteur. Il peut également servir d'instrument de réalisation d'un projet d'intérêt public (par exemple la construction d'une école) qui nécessite l'acquisition de terrains privés. Si celle-ci ne peut pas se faire à l'amiable, il est alors nécessaire de recourir à l'expropriation. C'est pourquoi un plan particulier d'aménagement peut être assorti d'un plan d'expropriation.

Un plan particulier d'aménagement est accompagné de prescriptions urbanistiques très précises. Celles-ci peuvent contenir des préoccupations esthétiques, notamment en ce qui concerne les gabarits, les zones de recul entre l'alignement (ligne séparant les propriétés privées de la voirie) et les fronts de bâtisses, la nature et la teinte des matériaux à employer, les plantations à maintenir ou à introduire, les clôtures et les haies,...

Le plan particulier peut avoir des conséquences importantes sur la vie des habitants d'un quartier. C'est pourquoi un plan ne peut être approuvé qu'après avoir été soumis à une enquête publique de trente jours au cours de laquelle les personnes concernées sont appelées à faire connaître leurs réactions. Il entre en vigueur après sa parution au moniteur.

3.2. Construction du schéma conceptuel

(1) Représentation d'une parcelle cadastrale

Une parcelle cadastrale est représentée sur le plan par une face. Elle est identifiée par ses coordonnées cadastrales, c'est-à-dire sa division, son secteur, sa feuille et son numéro. Elle possède une nature (terrain maraîcher, terrain vague,...) et une superficie. Ces diverses

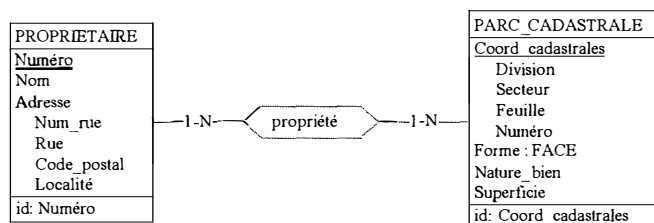
caractéristiques suggèrent de représenter les parcelles par le type d'entité **PARC_CADASTRALE**. Ce dernier sera doté des attributs *Coord_cadastrales*, *Forme : FACE*, *Nature_bien* et *Superficie*. *Coord_cadastrales* est un attribut décomposable constitué de *Division*, *Secteur*, *Feuille* et *Numéro*. Il est obligatoire et monovalué. Notons que ces coordonnées qui identifient les parcelles ne figurent pas explicitement sur le plan particulier d'aménagement. *Nature_bien* et *Superficie* sont élémentaires, obligatoires et monovalués.

Une parcelle cadastrale touche ou est disjointe des autres parcelles. Cette caractéristique sera exprimée dans le schéma à l'aide d'une contrainte d'intégrité.

Une parcelle est la propriété d'une ou plusieurs personnes qui ont un numéro qui les identifie, un nom et une adresse composée d'un numéro et d'un nom de rue, d'un code postal et d'une localité. Ces propriétés nous mènent à représenter ces personnes par le type d'entité **PROPRIETAIRE** pourvu des attributs *Numéro* et *Nom* (élémentaires, obligatoires et monovalués) ainsi que de l'attribut obligatoire et monovalué *Adresse* décomposable en *Num_rue*, *Rue*, *Code_postal* et *Localité*. Le type d'association **propriété** reliera les deux types d'entité. La connectivité du rôle joué par **PARC_CADASTRALE** sera **1-N**. Celle du rôle assumé par **PROPRIETAIRE** sera **1-N** également (tous les propriétaires possèdent au moins une parcelle).

Les renseignements relatifs aux propriétaires sont utiles dans le cas d'expropriations. Il est également intéressant, lors de la réalisation du plan, de savoir si les parcelles constituant un îlot sont la propriété d'un nombre important ou restreint de personnes.

Schéma résultant



Contrainte

- Les **FACES** des instances du type d'entité **PARC_CADASTRALE** sont disjointes ou se touchent

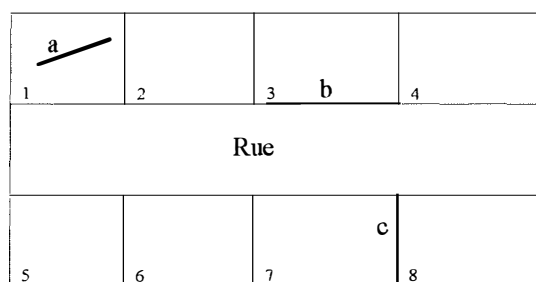
(2) Représentation d'un mur

Il existe deux types de murs : les murs de clôture ou d'enceinte et les murs de soutènement. Ces différents murs sont représentés sur le plan par une ligne. Leur existence est répertoriée dans différents documents sources. Ces propriétés nous amènent à décrire les murs

par le type d'entité **MUR**. On assignera à ce type d'entité, les attributs exprimant sa représentation géométrique et son recensement dans divers documents (voir chapitre V.2). Le fait qu'il existe plusieurs types de mur sera traduit par l'attribut élémentaire, obligatoire et monovalué **Type**. Ce dernier ne peut prendre que deux valeurs : "Mur de cloture, d'enceinte" et "Mur de soutènement (trait fort côté soutenu)".

Contrairement aux parcelles cadastrales qui sont identifiées par leurs coordonnées cadastrales (un numéro), la seule caractéristique permettant de distinguer un mur des autres murs est sa localisation. En effet, dans le cas des PPA, deux murs distincts correspondent à deux lignes différentes (sinon ils seraient superposés, ce qui n'apparaît pas dans les PPA). On pourrait donc dire que l'attribut *Forme* : *LIGNE* est l'identifiant du type d'entité MUR. Cependant, cet attribut correspond à un objet LIGNE et le fait de rechercher sa valeur requerra plusieurs accès à la future base de données. Nous préférons donc, pour des raisons de performance, attribuer un identifiant technique (**ID_MUR**) au type d'entité MUR. Il en sera de même dans la suite de ce travail pour tous les types d'entités géographiques qui ne peuvent être identifiés que par leur localisation.

Un mur est localisé dans une parcelle cadastrale ou à la limite d'une ou plusieurs parcelle(s) (voir figure 5.1).



Le mur a est dans la parcelle 1.
 Le mur b touche la parcelle 3
 (le fait qu'il touche aussi la rue ne nous importe pas).
 Le mur c touche les parcelles 7 et 8 .

Figure 5.1

Les relations topologiques à inscrire entre le type d'entité MUR et le type d'entité PARC_CADASTRALE sont donc *dans* et *toucher*.

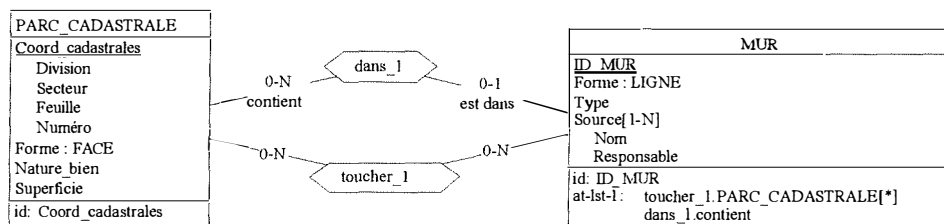
La relation *dans* sera exprimée à l'aide du type d'association **dans_1**. Un mur n'est pas obligatoirement localisé dans une parcelle (il peut toucher une parcelle). Suite à la définition de la relation topologique *dans*, si un mur est dans une parcelle, il ne peut être que dans cette parcelle puisque les parcelles sont disjointes ou se touchent. La connectivité de MUR dans **dans_1** est donc **0-1**. Une parcelle peut contenir un ou plusieurs mur(s) mais cela n'est pas obligatoire. On en déduit que la connectivité de PARC_CADASTRALE dans **dans_1** est **O-N**.

La relation topologique *toucher* est représentée par le type d'association *toucher_1*. Puisqu'un mur peut toucher plusieurs parcelles, mais que ça n'est pas obligatoire, la connectivité de MUR dans *dans_1* est **O-N**. Une parcelle peut être touchée par plusieurs murs, d'où la connectivité **O-N** de PARC_CADASTRALE dans *toucher_1*.

Un mur doit obligatoirement être dans une parcelle et/ou toucher une ou plusieurs parcelle(s). Cela nous mène à inscrire une contrainte de couverture (at-lst-1) entre *dans_1*.PARC_CADASTRALE et *toucher_1*.PARC_CADASTRALE.

Deux murs doivent être disjoints ou se toucher.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNEs des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou se touchent
- MUR.Type = Mur de cloture, d'enceinte
Mur de soutènement (trait fort côté soutenu)
- *dans_1* : contraintes de la relation topologique DANS
- *toucher_1* : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : MUR.*dans_1*.PARC_CADASTRALE
MUR.*toucher_1*.PARC_CADASTRALE

Si on suit cette définition de mur, il n'est pas possible qu'un mur traverse plusieurs parcelles. Lorsqu'on rencontrera une situation du type de la figure 5.2, on considérera qu'il existe deux murs distincts.

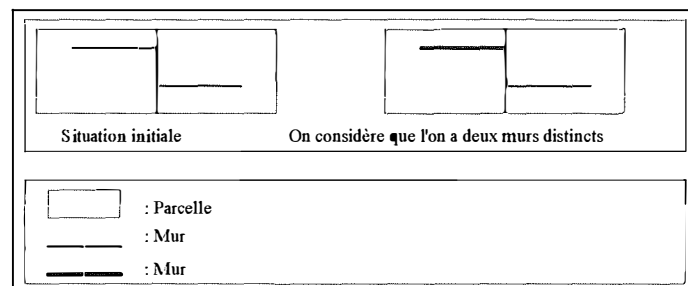


Figure 5.2

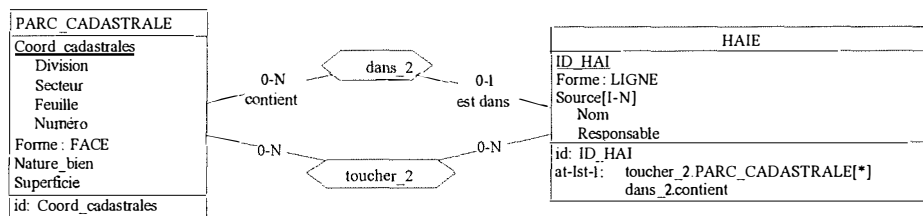
(3) Représentation d'une haie

Sur un plan particulier, une haie est représentée par une ligne. Sa présence sur le territoire est indiquée dans divers documents sources. Ces caractéristiques suggèrent de dépeindre les haies par le type d'entité **HAIE** doté des attributs qui les représentent. L'identifiant technique de HAIE est **ID_HAIE**.

Les situations topologiques d'une haie par rapport à une parcelle cadastrale sont identiques à celles d'un mur. Il en résulte un schéma conceptuel semblable à celui relatif aux murs.

Une haie touche ou est disjointe des autres haies et des murs.

Schéma résultant



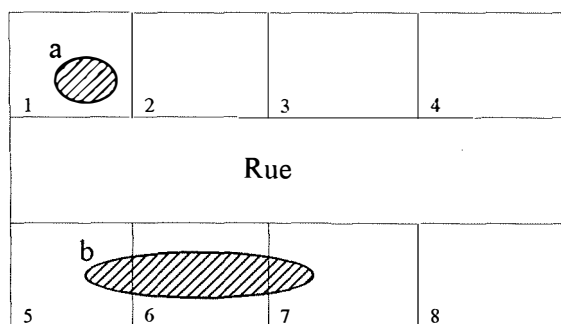
Contraintes

- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes ou se touchent
- dans_2 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_2 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : HAIE.dans_2.PARC_CADASTRALE
HAIE.touch_2.PARC_CADASTRALE
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les LIGNES des instances du type d'entité HAIE

(4) Représentation d'un étang

Un étang est indiqué sur un plan particulier d'aménagement à l'aide d'une face. Son existence est répertoriée dans différents documents. Ces propriétés conduisent à représenter les étangs par le type d'entité **ETANG** pourvu des attributs décrivant ces caractéristiques. **ID_ETA** est l'identifiant technique.

Un étang doit soit être dans une parcelle, soit chevaucher plusieurs parcelles (voir figure 5.3).



L'étang a est dans la parcelle 1.
L'étang b chevauche les parcelles 5, 6 et 7.

Figure 5.3

Cette définition se traduit par deux associations : *chevauch_8* et *dans_4*. Comme les deux relations topologiques ne peuvent pas être assumées par un même étang, les cardinalités d'ETANG seront **0-N** dans *chevauch_8* et **0-1** dans *dans_4* et on associera à ces deux rôles des contraintes de couverture et d'exclusion (exact-1).

Si un étang chevauche des parcelles, il doit logiquement en chevaucher au moins deux. Cette contrainte stipule que, dans certains cas, des parcelles extérieures à la carte devront être enregistrées. Cette situation sera présente lorsqu'un étang chevauchera des parcelles faisant partie de la carte et des parcelles extérieures à ce document (voir figure 5.4).

En cartographie, on a l'habitude d'enregistrer les objets localisés dans une zone bordant la carte. Le processus consistant à cacher les objets enregistrés extérieurs à la carte s'appelle le *clipping*.

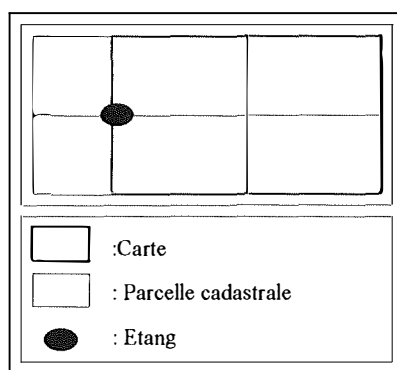


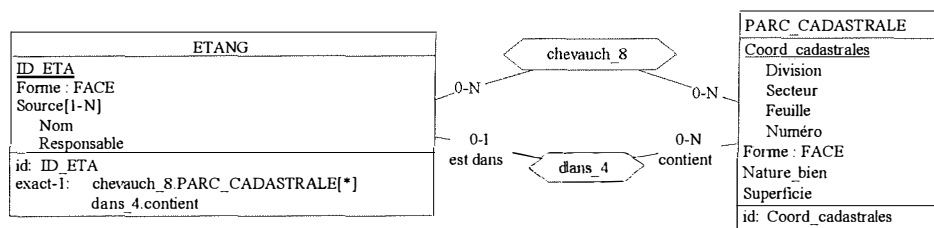
Figure 5.4

Une parcelle cadastrale peut être chevauchée par plusieurs étangs ou en contenir plusieurs. Les connectivités de PARC_CADASTRALE dans *chevauch_8* et *dans_4* seront donc **0-N**.

Les étangs sont disjoints. Un étang touche ou est disjoint des murs et des haies.

Il a été dit précédemment que les relations topologiques étaient mutuellement exclusives et que l'on représentait cette propriété dans le schéma conceptuel, par des contraintes d'exclusion entre les types d'association qui traduisent une relation topologique et lient les mêmes types d'entité. Dans le cas présent, on aura donc une contrainte d'exclusion entre *chevauch_8* et *dans_4*. Cependant, il existe une contrainte d'exclusion entre *chevauch_8*.PARC_CADASTRALE et *dans_4*.PARC_CADASTRALE. L'exclusion entre les deux rôles implique l'exclusion entre les deux types d'association. Il n'est donc pas nécessaire de noter la contrainte d'exclusion entre ces deux derniers. Nous procéderons de la même façon dans les cas suivants analogues.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes
- *dans_4* : contraintes de la relation topologique DANS
- *chevauch_8* : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Un ETANG ne peut pas chevaucher qu'une seule PARC_CADASTRALE
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité ETANG
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité ETANG

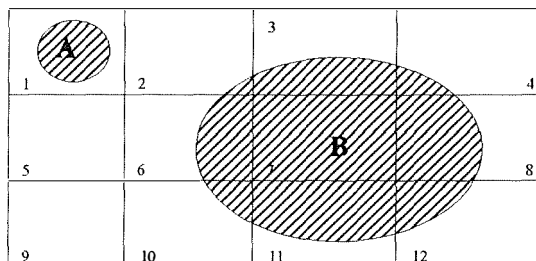
(5) Représentation des bois, des sapins et des vergers

Les bois et les sapins sont représentés par un ensemble de points symbolisant des arbres. Mais ces points ne correspondent pas à des arbres réels. Ils figurent sur la carte uniquement pour indiquer la présence d'une forêt. On peut décider de dépeindre les bois et sapins par une face plutôt que par un ensemble d'arbres qui ne correspondent pas à la réalité. La trame de cette face sera formée de points dessinés au hasard et ses limites n'apparaîtront pas sur la carte. Le cas des vergers est différent. Ceux-ci sont représentés par des faces ayant une trame qui leur est propre.

Ces différents ensembles d'arbres peuvent être décrits à l'aide du type d'entité **ENS_ARBRES**. On alloue à celui-ci les attributs *Forme* : *FACE* et *Type* qui sont élémentaires, obligatoires et monovalués. *Type* ne peut prendre que les valeurs "Bois", "Sapins" et "Verger". Ces zones forestières sont répertoriées dans des documents sources, d'où

l'attribut **Source** (décomposable, obligatoire et multivalué) formé de **Nom** et **Responsable**. L'identifiant technique est **ID_ENS**.

Un ensemble d'arbres peut être dans une parcelle, contenir une ou plusieurs parcelle(s) et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s), mais au moins un de ces rôles doit être assumé (voir figure 5.5).



L'ensemble d'arbres A est dans la parcelle 1 .

L'ensemble d'arbres B contient la parcelle 7.

L'ensemble d'arbres B chevauche les parcelles 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11 et 12.

Figure 5.5

Ces propriétés sont traduites à l'aide des types d'association **dans_5**, **dans_6** et **chevauch_1**. La connectivité de ENS_ARBRES dans **dans_5** (rôle *est dans*) est **0-1**, dans **dans_6** (rôle *contient*) **0-N** et dans **chevauch_1** **0-N**. Un ensemble d'arbres doit jouer au moins un de ces trois rôles, on fixera donc une contrainte de couverture entre eux. Cependant, si un ensemble d'arbres est dans une parcelle, il ne peut chevaucher, ni cette parcelle, ni une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), car les parcelles sont disjointes ou se touchent. Cette contrainte sera exprimée par une exclusion entre **dans_5.PARC_CADASTRALE** et **chevauch_1.PARC_CADASTRALE**. De plus, si un ensemble d'arbres est dans une parcelle, il ne peut pas contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s). Par contre, il peut contenir cette parcelle et on a alors à faire à un recouvrement total (la face de l'ensemble d'arbres correspond à la face de la parcelle). Comment peut-on exprimer cette contrainte? Deux solutions s'offrent à nous.

Dans la première solution, on exprimera en langage naturel que si un ensemble d'arbres est dans une parcelle, il ne peut pas contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s). Lorsqu'un recouvrement total entre un ensemble d'arbres et une parcelle se présentera, on enregistrera que l'ensemble d'arbres *est dans* la parcelle et qu'il *contient* la parcelle.

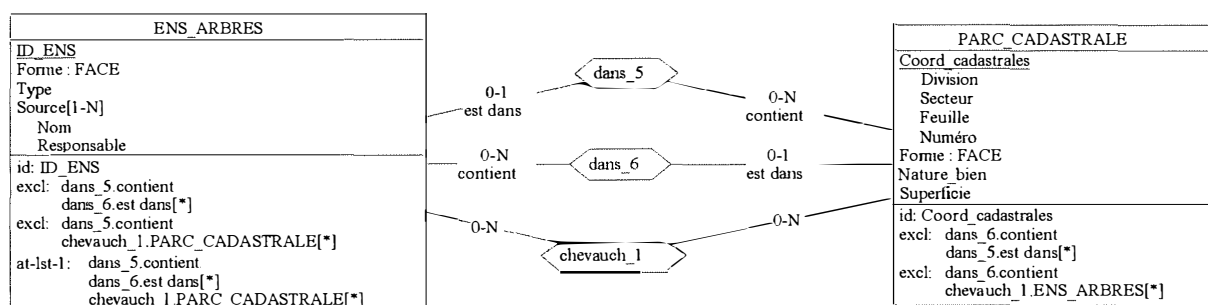
Dans la seconde solution, on proclamera qu'il y a une exclusion entre **dans_5.PARC_CADASTRALE** et **dans_6.PARC_CADASTRALE**. Il ne sera alors plus possible d'exprimer qu'un ensemble d'arbres *est dans* et *contient* une même parcelle. Lorsqu'il y aura un recouvrement total entre un ensemble d'arbres et une parcelle, on appliquera la convention suivante : on enregistrera soit que l'ensemble d'arbres *est dans* la parcelle, soit qu'il

contient la parcelle. Cette solution a l'avantage de faire usage de "contraintes standards" (exclusion entre deux rôles) mais ne permet pas de retrouver les recouvrements totaux. Cependant nous l'adopterons car la probabilité d'avoir des requêtes spatiales ayant pour objet de chercher les recouvrements totaux est faible. Si l'on procède de cette manière, on peut dire qu'un ensemble d'arbres doit soit être dans une parcelle, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s). C'est de cette façon que nous décrivons la situation topologique des cas analogues ultérieurs.

Une parcelle cadastrale peut être dans un ensemble d'arbres, en contenir un ou plusieurs et en chevaucher un ou plusieurs. Les connectivités qui découlent de cette règle sont **0-N** dans *dans_5* (rôle *contient*), **0-1** dans *dans_6* (rôle *est dans*) et **0-N** dans *chevauch_1*. En raisonnant de la même manière que dans le paragraphe précédent, on dira que si une parcelle cadastrale est dans un ensemble d'arbres, elle ne peut ni contenir, ni chevaucher cet ensemble d'arbres ou un ou plusieurs autre(s) ensemble(s) d'arbres. Il en découle des contraintes d'exclusion entre *dans_6.ENS_ARBRES* et *dans_5.ENS_ARBRES*, et entre *dans_6.ENS_ARBRES* et *chevauch_1.ENS_ARBRES*.

Un ensemble d'arbres touche ou est disjoint des autres ensembles d'arbres.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité ENS_ARBRES sont disjointes ou se touchent
- *dans_5* : contraintes de la relation topologique DANS
- *dans_6* : contraintes de la relation topologique DANS
- *chevauch_1* : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- ENS_ARBRES.Type = Bois
Sapins
Verger

(6) Représentation des voiries, les sentiers, des trottoirs, des places publiques, des parterres publics, des accotement, des pelouses, des chemins de halage, des escaliers, des voies navigables et des chemins de fer

Ces différents éléments correspondent à des voies de communication. Ils sont dessinés sur le plan à l'aide de faces et leur existence est inscrite dans divers documents. Ces propriétés suggèrent de représenter les éléments précités par un type d'entité que nous appellerons **Z_VOIES_COMMUN**. Il est doté des attributs *Forme* : *FACE* et *Source*, et de l'identifiant *ID_Z_V*.

Une zone de voies de communication comprend plusieurs éléments que nous classerons en trois sous-types : **CHAUSSÉE**, **VOIE_NAVIGABLE** et **CHEMIN_FER**.

Une chaussée appartient à une situation existante ou à un projet d'aménagement (attribut *Existence*). Elle est composée de quatre catégories de voies de communication que nous représenterons par les sous-types **Z_VOIRIE** (voiries), **SENTIER_TROTT_PLACE** (sentiers, trottoirs, chemins de halage, escaliers et places), **PARTERRE_ACCOT_PELOUSE** (parterres, accotements et pelouses) et **AUTOROUTE**.

Une zone de voirie possède un nom et peut jouir d'une vocation résidentielle. **Z_VOIRIE** est ainsi doté des attributs élémentaires, obligatoires et monovalués *Nom* et *Résidentielle* (booléen).

Un sentier, un trottoir, un chemin de halage, un escalier ou une place (**SENTIER_TROTT_PLACE**) peut avoir un nom qui sera désigné par l'attribut atomique, facultatif et monovalué *Nom*. Le type d'entité sera également doté des attributs élémentaires, obligatoires et monovalués *Halage* et *Escalier*, qui seront de type booléen et qui représenteront respectivement un chemin de halage et un escalier lorsque leur valeur sera égale à VRAI.

Une autoroute a un nom (attribut élémentaire, obligatoire et monovalué *Nom* dans **AUTOROUTE**).

Une voirie avec trottoir est formée de zone(s) de voirie et de sentier(s), trottoir(s) ou place(s) qui se touchent (type d'association *voirie_trottoir*).

Une voirie avec accotement est formée de zone(s) de voirie et de parterre(s), accotement(s) ou pelouse(s) qui se touchent (type d'association *voirie_accot*).

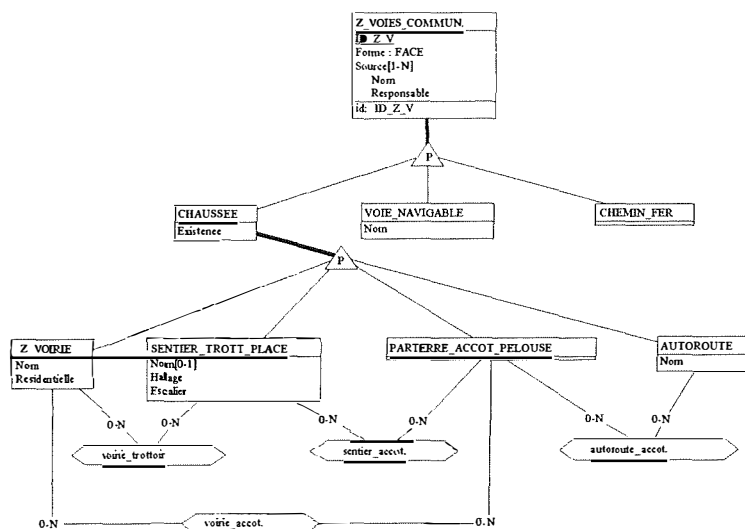
Un sentier avec accotement est formé de sentier(s), trottoir(s) ou place(s) et parterre(s), accotement(s) ou pelouse(s) qui se touchent (type d'association *sentier_accot*).

Une autoroute avec accotement est formée d'autoroute(s) et de parterre(s), accotement(s) ou pelouse(s) qui se touchent (type d'association *autoroute_accot*).

Une voie navigable a un nom qui est inscrit sur le plan (attribut *Nom*).

Une zone de voies de communication touche ou est distincte des autres zones de voies de communication.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité Z_VOIES_COMMUN sont disjointes ou se touchent
- Les instances du type d'association voirie_trottoir joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association sentier_accot. joignent chacune une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association voirie_accot. joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE et une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association autoroute_accot. joignent chacune une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE et une instance du type d'entité AUTOROUTE dont les FACES se touchent

(7) Représentation des zones d'affectation

Dans la légende des plans particuliers d'aménagement figure une liste de zones d'affectation. Ces zones sont définies par le Service d'Aménagement du Territoire et ont pour objectif de déterminer la destination future des parcelles du plan. Toutes les zones sont représentées par des faces et peuvent être répertoriées dans des documents. Ces caractéristiques nous mènent à dépeindre les zones d'affectation par le type d'entité **ZONE_AFFECTATION**. Ce dernier est doté des attributs *Forme : FACE* et *Source*.

Les zones d'affectation sont très diverses et il serait intéressant, pour des raisons sémantiques, de les répartir en trois groupes : les zones de constructions (**Z_CONSTRUCTION**), les zones vertes (**Z_VERTE**) et la zone de voie de chemin de fer (**Z_VOIE_CHEMIN_FER**). Les zones d'affectation et les zones vertes peuvent avoir différents types (attribut énuméré *Type*). Un numéro correspond à chacun d'entre eux (attribut *Numéro*). La zone de voie de chemin de fer a un numéro unique. Contrairement aux autres zones, elle ne concerne pas que les parcelles cadastrales et peut s'étendre sur les zones de voies de communication existantes (**Z_VOIES_COMMUN**). Nous traiterons donc le cas de la zone de voie de chemin de fer à part.

Les types des zones de construction sont les suivants : Zone d'habitation contiguë, Zone de constructions contiguës, Zone de constructions contiguës mixtes, Zone réservée à un hôtel, Zone de constructions groupées et de bureaux, Zone d'habitation semi-ouverte, Zone d'habitation ouverte, Zone d'habitation dispersée, Zone d'immeubles à appartement, Zone commerciale, Zone d'annexes (derrière une zone d'habitation), Zone de garages groupés, Zone d'implantation libre, Zone de bâtiment public à habitat aux étages, Zone industrielle, Zone artisanale ou de petite industrie, Zone à destination publique, Zone de bâtiment public, Zone de bâtiment public avec toit plat autorisé, Zone de bâtiment de liaison, Zone de bâtiment public avec commerce sous arcades, Zone artisanale avec possibilité d'habitat, Parc industriel, Zone d'extension de l'Auberge de Jeunesse, Extension de zone artisanale, Zone de parc résidentiel, Zone de parking couvert, Zone de parking et plantations.

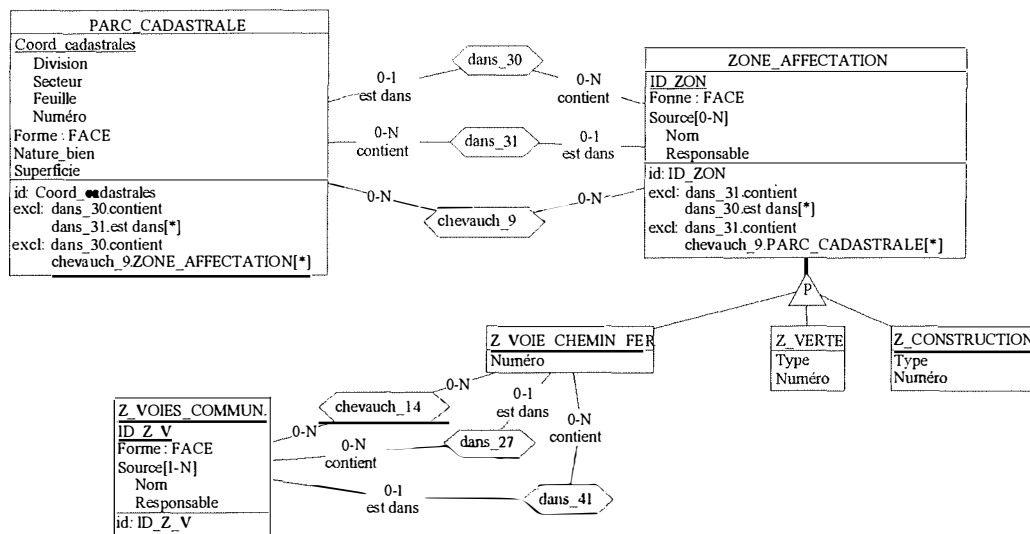
Une zone verte propose les types Zone de plaine de jeux, terrain de sport (public), Zone de parc, Zone de parc privé, Zone de parc public, Zone d'espace vert, Zone de recul, Zone de cours et jardins, Zone de cours et jardins non aedificanti, Zone de cours et jardins avec extension commerciale, Zone de cours et jardins avec ateliers, Zone d'accès privé, Zone de toiture-jardin, Zone agricole, Zone de bois, forestière, tampon, Zone réservée à l'extension du cimetière, Zone de cours et jardins sur parking souterrain et Zone de cimetière.

Une zone d'affectation autre que la zone de chemin de fer doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s). Cette situation topologique par rapport aux parcelles est comparable à celle des ensembles d'arbres. On obtiendra ainsi un schéma conceptuel analogue assorti de contraintes semblables.

Une zone de voie de chemin de fer doit soit être dans une parcelle ou dans une zone de voies de communication, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) et/ou une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. La situation topologique des obstacles sera (voir point 12) identique à celle-ci. Le lecteur se référera à l'analyse des obstacles pour illustrer le schéma conceptuel des zones de voies de chemin de fer.

Une zone d'affectation touche ou est disjointe des autres zones d'affectation.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité ZONE_AFFECTATION sont disjointes ou se touchent (dans ce dernier cas, les Types de ces instances doivent être différents)
- Z_CONSTRUCTION.Type = Zone d'habitation contiguë, Zone de constructions contiguës, Zone de constructions contiguës mixtes, Zone réservée à un hôtel, Zone de constructions groupées et de bureaux, Zone d'habitation semi-ouverte, Zone d'habitation ouverte, Zone d'habitation dispersée, Zone d'immeubles à appartement, Zone commerciale, Zone d'annexes (derrière une zone d'habitation), Zone de garages groupés, Zone d'implantation libre, Zone de bâtiment public à habitat aux étages, Zone industrielle, Zone artisanale ou de petite industrie, Zone à destination publique, Zone de bâtiment public, Zone de bâtiment public avec toit plat autorisé, Zone de bâtiment de liaison, Zone de bâtiment public avec commerce sous arcades, Zone artisanale avec possibilité d'habitat, Parc industriel, Zone d'extension de l'Auberge de Jeunesse, Extension de zone artisanale, Zone de parc résidentiel, Zone de parking couvert, Zone de parking et plantations
- Z_CONSTRUCTION : Type → Numéro
- Z_VERTÉ.Type = Zone de plaine de jeux, terrain de sport (public), Zone de parc, Zone de parc privé, Zone de parc public, Zone d'espace vert, Zone de recul, Zone de cours et jardins, Zone de cours et jardins non aedificanti, Zone de cours et jardins avec extension commerciale, Zone de cours et jardins avec ateliers, Zone d'accès privé, Zone de toiture-jardin, Zone agricole, Zone de bois, forestière, tampon, Zone réservée à l'extension du cimetière, Zone de cours et jardins sur parking souterrain et Zone de cimetière
- Z_VERTÉ : Type → Numéro

Pour toutes les ZONE_AFFECTATION :

- dans_30 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_31 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_9 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- dans_27 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_41 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_14 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH

Dans le cas d'une ZONE_AFFECTATION qui n'est pas une Z_VOIE_CHEMIN_FER :

- at-lst-1 : dans_30.PARC_CADASTRALE
dans_31.PARC_CADASTRALE
chevauch_9.PARC_CADASTRALE

Dans le cas d'une ZONE_AFFECTATION qui est une Z_VOIE_CHEMIN_FER :

- excl : dans_31.PARC_CADASTRALE
dans_27.Z_VOIES_COMMUN
- excl : dans_31.PARC_CADASTRALE
chevauch_14.Z_VOIES_COMMUN
- excl : dans_31.PARC_CADASTRALE
dans_41.Z_VOIES_COMMUN
- excl : dans_27.Z_VOIES_COMMUN
dans_30.PARC_CADASTRALE
- excl : dans_27.Z_VOIES_COMMUN
chevauch_9.PARC_CADASTRALE
- excl : dans_27.Z_VOIES_COMMUN
chevauch_14.Z_VOIES_COMMUN
- excl : dans_27.Z_VOIES_COMMUN
dans_41.Z_VOIES_COMMUN
- excl : dans_41.Z_VOIE_CHEMIN_FER
dans_27.Z_VOIE_CHEMIN_FER
- excl : dans_41.Z_VOIE_CHEMIN_FER
chevauch_14.Z_VOIE_CHEMIN_FER
- at-lst-1 : dans_30.Z_VOIES_COMMUN
dans_31.Z_VOIES_COMMUN
chevauch_9.Z_VOIES_COMMUN
dans_27.Z_VOIE_CHEMIN_FER
chevauch_14.Z_VOIE_CHEMIN_FER
dans_41.Z_VOIE_CHEMIN_FER

(8) Agencement des parcelles cadastrales

Les parcelles cadastrales qui se touchent forment une tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) que l'on appelle îlot. Ce dernier est donc représenté sur le plan par une face. Son existence est répertoriée dans différents documents. Cette définition nous mène à représenter les îlots par le type d'entité **ILOT** doté des attributs habituels.

Le territoire adjacent à un îlot fait partie de l'espace public, c'est-à-dire de tout territoire non recouvert par une parcelle cadastrale.

Les zones de voies de communication appartenant à une situation existante (voies navigables, chemins de fer et certaines chaussées) sont localisées dans l'espace public.

Les zones de voies de communication relevant d'un projet peuvent se situer dans l'espace public (par exemple, un projet de création de trottoir sur une voirie existante) mais également dans le territoire cadastral (par exemple, création d'une route à travers un îlot entraînant des expropriations) (voir figure 5.6).

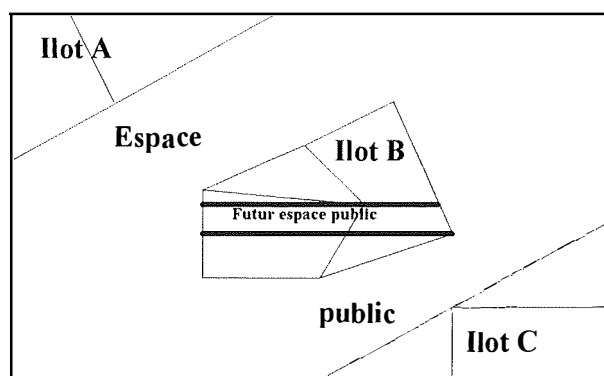


Figure 5.6

Il serait judicieux de considérer les projets de chaussées qui occupent des parcelles cadastrales comme des zones d'affectation (voir point 7). Cette optique nous conduit à séparer les chaussées en deux catégories : celles qui appartiennent à l'espace public et celles qui correspondent à des zones d'affectation.

Le type d'entité **ZONE_AFFECTATION** va ainsi être doté d'un nouveau sous-type, **CHAUSSÉE_DESTI**, qui est une copie de **CHAUSSÉE**. Ce nouveau type d'entité n'est cependant pas pourvu de l'attribut *Existence* car toutes les chaussées qui sont des zones d'affectation font partie d'un projet.

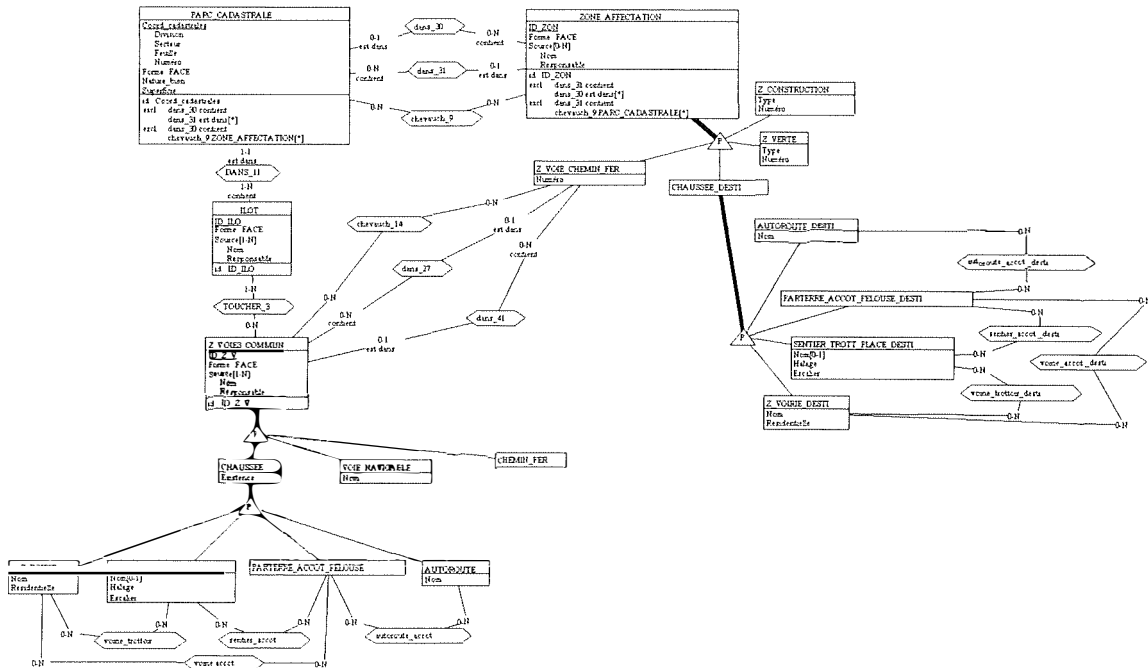
Les zones de voies de communication appartenant à l'espace public seront définies comme des surfaces qui touchent ou sont disjointes des îlots et qui, en aucun cas, ne les chevauchent.

Un îlot contient au moins une parcelle. On peut ainsi lier **ILOT** et **PARC_CADASTRALE** par le type d'association **dans_11**. Les connectivités de ses rôles sont **1-N** pour **ILOT** et **1-1** pour **PARC_CADASTRALE** (une parcelle n'appartient qu'à un seul îlot).

Il est mentionné dans l'énoncé qu'un îlot est adjacent à des zones de voies de communication. Cela se traduira par le type d'association **toucher_3** pour lequel **ILOT** aura la connectivité **1-N** et **Z_VOIES_COMMUN** la connectivité **0-N**. En effet une zone de voie de communication peut être entourée d'autres zones de ce type et ainsi ne toucher aucun îlot.

Par définition, un îlot est disjoint des autres îlots.

Schéma résultant



Contraintes

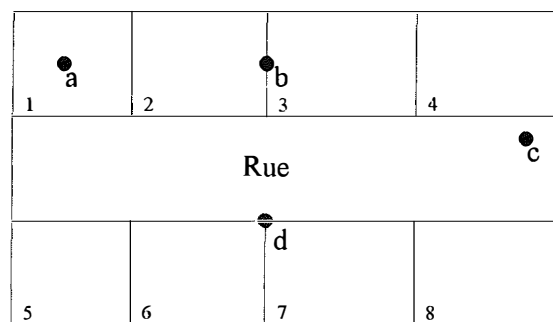
- Les FACES des instances du type d'entité ILOT sont disjointes
- Les instances du type d'association *voirie_trottoir_desti* joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE_DESTI et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association *sentier_accot._desti* joignent chacune une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association *voirie_accot._desti* joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE_DESTI et une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association *autoroute_accot._desti* joignent chacune une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI et une instance du type d'entité AUTOROUTE_DESTI dont les FACES se touchent
- Un ILOT est la tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) des PARC_CADASTRALES qu'il contient (FACE d'un ILOT est égale à l'union des FACES des PARC_CADASTRALES qu'elle contient (celles-ci sont jointives))
- dans_11 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_3 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

Les contraintes notées aux points 6 et 7 restent valables.

(9) Représentation d'un arbre

Un arbre est symbolisé par un point. Il peut être remarquable et il fait partie d'une situation existante ou d'un projet futur. Son existence est répertoriée dans diverses sources. Ces caractéristiques conduisent à représenter les arbres par le type d'entité **ARBRE** doté des attributs habituels, ainsi que de l'attribut élémentaire, obligatoire et monovalué de type booléen *Remarquabilité* qui stipule si un arbre est remarquable ou non. L'identifiant technique est *ID_ARB*. Si un arbre est remarquable, il doit obligatoirement faire partie d'une situation existante.

Un arbre est soit dans une parcelle cadastrale ou une chaussée, soit à la limite d'une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou d'une ou plusieurs chaussée(s) (voir figure 5.7).



L'arbre a est dans la parcelle 1.
L'arbre b touche les parcelles 2 et 3.
L'arbre c est dans la rue.
L'arbre d touche les parcelles 6 et 7 et la rue.

Figure 5.7

Cette définition se traduit par une relation *dans* et une relation *toucher* entre ARBRE et PARC_CADASTRALE (types d'association *dans_7* et *toucher_13*). Il en est de même pour ARBRE et CHAUSSEE (types d'association *dans_8* et *toucher_14*). Les connectivités de ARBRE qui découlent de l'énoncé sont **0-1** dans *dans_7*, **0-N** dans *toucher_13*, **0-1** dans *dans_8* et **0-N** dans *toucher_14*.

Comme un arbre **doit** être soit dans une parcelle cadastrale ou une chaussée, soit à la limite d'une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou d'une ou plusieurs chaussée(s), il existe une contrainte de couverture entre tous les rôles joués par ARBRE.

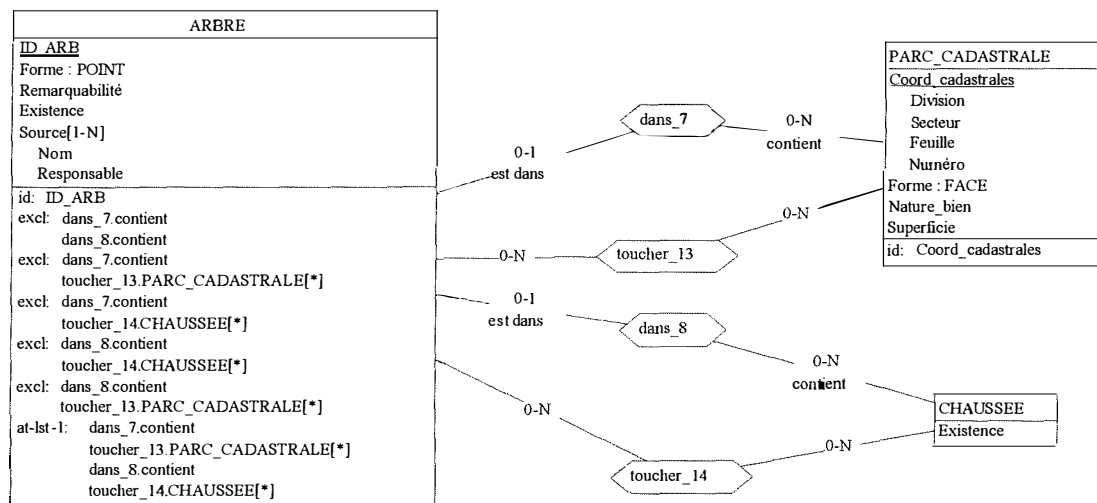
Suite à la définition de la relation topologique *dans* entre un point et une face et le fait que les chaussées et les parcelles sont disjointes ou se touchent, si un arbre est dans une parcelle cadastrale, il ne peut ni toucher cette parcelle ou une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni être dans une chaussée, ni toucher une ou plusieurs chaussée(s). De même, si un arbre est dans une chaussée, il ne peut ni toucher cette chaussée ou une ou plusieurs autre(s) chaussée(s), ni toucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s). Cette contrainte est traduite par des exclusions entre *dans_7*.PARC_CADASTRALE et les autres rôles joués par ARBRE, ainsi qu'entre *dans_8*.CHAUSSEE et les autres rôles joués par ARBRE.

Une parcelle cadastrale et une chaussée peuvent contenir ou toucher un nombre quelconque d'arbres. Ce fait s'exprime par les connectivités suivantes :

- pour PARC_CADASTRALE, **O-N** dans dans_7 et dans toucher_13
- pour CHAUSSEE, **O-N** dans dans_8 et dans toucher_14.

Un arbre est disjoint des autres arbres. Si un arbre est dans une chaussée, celle-ci n'est ni une zone de voirie, ni une autoroute. Si un arbre touche ou est dans un ensemble d'arbres, alors il est remarquable. Les arbres touchent ou sont disjoints des murs et des étangs.

Schéma résultant



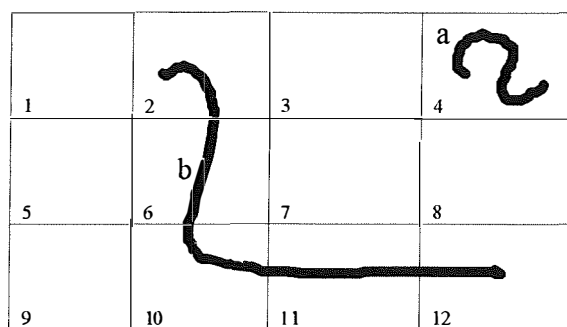
Contraintes

- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints
- dans_7 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_13 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- dans_8 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_14 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- ARBRE.Remarquabilité ne peut être VRAI que si ARBRE.Existence est VRAI
- Si un ARBRE est dans ou touche un ENS_ARBRES, alors il est remarquable
- Si un ARBRE est dans une CHAUSSEE, alors le sous-type de cette CHAUSSEE est différent de Z_VOIRIE et de AUTOROUTE
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les POINTs des instances du type d'entité ARBRE
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes ou touchent les POINTs des instances du type d'entité ARBRE

(10) Représentation d'un ruisseau

Un ruisseau est dessiné à l'aide d'une face sur la carte. Il a un nom et est répertorié dans différents documents. Ces propriétés suggèrent de dépeindre les ruisseaux par le type d'entité **RUISSEAU** pourvu des attributs habituels. L'identifiant technique est **ID_RUI**.

Un ruisseau doit soit être dans une parcelle cadastrale ou une zone de voies de communication, soit chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) et/ou une ou plusieurs zone(s) de voies de communication (voir figure 5.8).



Le ruisseau a est dans la parcelle 4.

Le ruisseau b chevauche les parcelles 2, 6, 10, 11 et 12.

Figure 5.8

Nous exprimerons cet énoncé par des relations topologiques *dans* et *chevauchement* entre **RUISSEAU** et **PARC_CADASTRALE**, ainsi qu'entre **RUISSEAU** et **Z_VOIES_COMMUN**.

Les types d'association *dans_9* et *chevauch_15* lieront ainsi **RUISSEAU** et **PARC_CADASTRALE**. La connectivité de **RUISSEAU** dans *dans_9* sera **0-1** et celle dans *chevauch_15* sera **0-N**. Une parcelle cadastrale peut contenir ou être chevauchée par un nombre quelconque de ruisseaux, d'où ses connectivités **0-N** dans *dans_9* et dans *chevauch_15*.

Le même raisonnement est à tenir pour les ruisseaux et les zones de voies de communication. Il en résulte les types d'associations *dans_10* et *chevauch_16* dont les rôles sont pourvus des mêmes connectivités que *dans_9* et *chevauch_15*.

Il existe une contrainte de couverture entre les rôles joués par **RUISSEAU** car un ruisseau doit au moins assumer une des quatre relations topologiques qui lui sont attribuées.

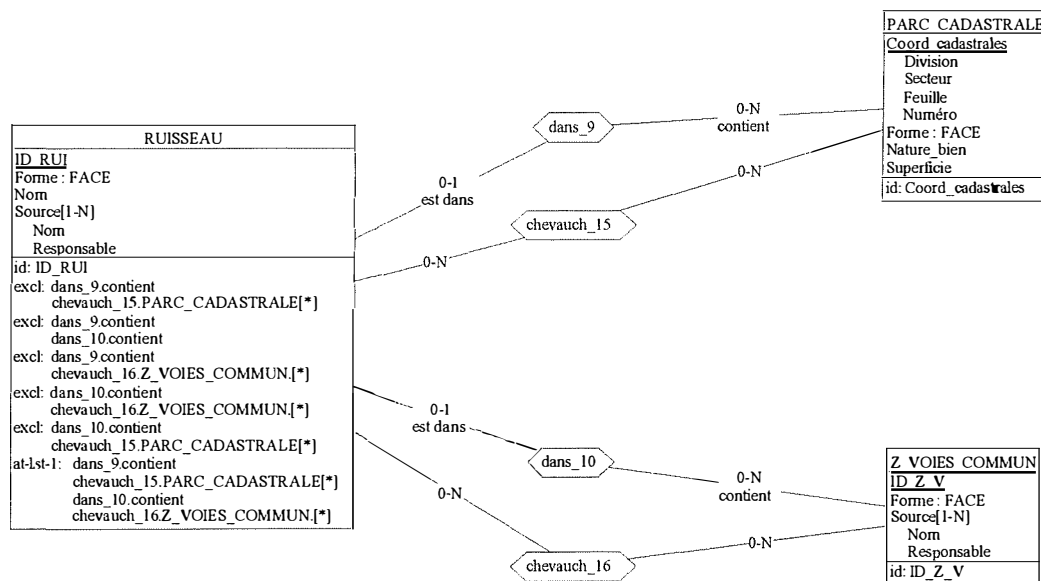
Comme il l'a déjà été évoqué dans les cas précédents, si un ruisseau est dans une parcelle, il ne peut ni chevaucher cette parcelle ou une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni être dans une zone de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. De même, si un ruisseau est dans une zone de voies de communication, il ne peut ni chevaucher cette zone de voies de communication ou une ou plusieurs autre(s) zone(s)

de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs parcelles. On indiquera donc des contraintes d'exclusion entre dans_9.PARC_CADASTRALE et les autres rôles assumés par RUISSEAU. On procédera de la même façon pour dans_10.

Si un ruisseau chevauche ou est dans une zone de voies de communication, alors cette zone de voies de communication n'est pas une voie navigable.

Un ruisseau touche ou est disjoint des autres ruisseaux et des étangs. Un ruisseau touche, traverse ou est disjoint d'une haie.

Schéma résultant



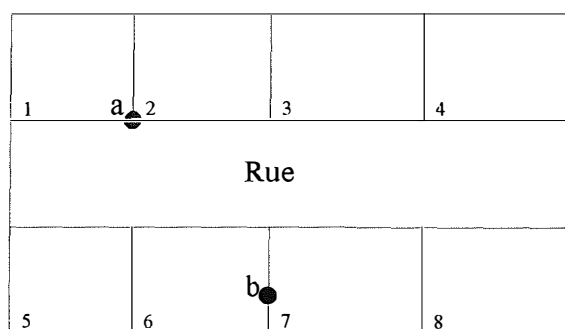
Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité RUISSEAU sont disjointes ou se touchent
- dans_9 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_15 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- dans_10 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_16 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Si un RUISSEAU chevauche ou est dans une Z_VOIES_COMMUN, alors le sous-type de cette Z_VOIES_COMMUN est différent de VOIE_NAVIGABLE
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes, traversent ou touchent les LIGNES des instances du type d'entité RUISSEAU
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes ou touchent les LIGNES des instances du type d'entité RUISSEAU

(11) Représentation d'une borne

Les bornes de propriété sont symbolisées par des points et répertoriées dans diverses sources. Cela suggère de les représenter par le type d'entité **BORNE** contenant les attributs habituels.

Une borne a pour fonction de marquer la démarcation entre des parcelles privées ou entre des parcelles et le domaine public. Elle est toujours localisée sur une limite cadastrale. Les parcelles cadastrales et les zones de voies de communication ne détiennent pas toutes une borne (voir figure 5.9).



La borne a touche les parcelles 1 et 2 et la rue.
La borne b touche les parcelles 6 et 7.

Figure 5.9

Cette définition engendre la création du type d'association *toucher_4* entre BORNE et PARC_CADASTRALE et du type d'association *toucher_5* entre BORNE et Z_VOIES_COMMUN.

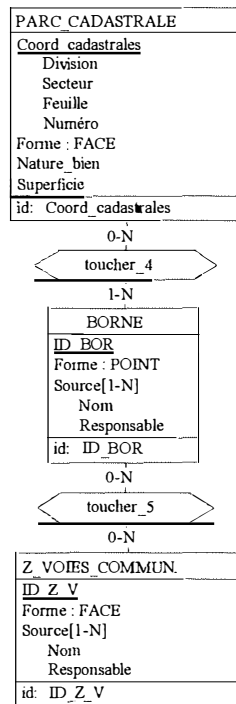
Puisqu'une borne est toujours sur une limite cadastrale, la connectivité de BORNE dans *toucher_4* est 1-N. Par contre celle de PARC_CADASTRALE dans le même type d'association est 0-N car toutes les parcelles ne sont pas délimitées par une borne.

Une borne ne touche pas obligatoirement une zone de voies de communication. La connectivité de BORNE dans *toucher_5* est donc 0-N. On fixe la même connectivité pour Z_VOIES_COMMUN car toutes les zones de voies de communication ne sont pas bornées.

Une borne doit toucher soit au moins deux parcelles cadastrales, soit au moins une parcelle cadastrale et au moins une zone de voies de communication. Comme dans le cas des étangs, cette propriété stipule que certaines parcelles ou certaines voies de communication extérieures et adjacentes à la carte devraient être enregistrées dans la future base de données.

Une borne est disjointe des autres bornes.

Schéma résultant



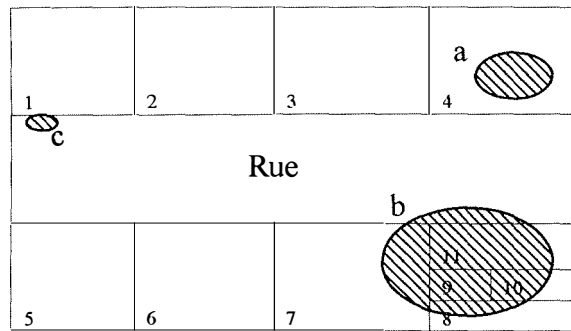
Contraintes

- Les POINTs des instances du type d'entité BORNE sont disjoints
- Toutes les instances du type d'entité BORNE jouent au moins deux rôles avec les types d'association **toucher_4** et **toucher_5** :
 - au moins deux rôles **toucher_4.PARC_CADASTRALE** ou
 - au moins un rôle **toucher_4.PARC_CADASTRALE** et un rôle **toucher_5.Z_VOIES_COMMUN**
- **toucher_4** : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- **toucher_5** : contraintes de la relation topologique TOUCHER

(12) Représentation des rochers et des talus

Les rochers et les talus sont figurés sur la carte à l'aide d'une face. Ils sont tous deux répertoriés dans divers documents. Etant donné la ressemblance sémantique des deux éléments, nous proposons de les représenter par le type d'entité **OBSTACLE** auquel nous allouerons l'attribut énuméré *Type* (valeurs : "Rocher" et "Talus"), ainsi que les attributs habituels.

Un obstacle doit soit être dans une parcelle cadastrale ou une zone de voies de communication, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) et/ou une ou plusieurs zone(s) de voies de communication (voir figure 5.10).



L'obstacle a est dans la parcelle 4.
 L'obstacle b contient la parcelle 9 et
 chevauche les parcelles 7, 8, 10, 11 et la rue.
 L'obstacle c est dans la rue.

Figure 5.10

Les relations topologiques entre un obstacle et une parcelle sont traduites par les trois types d'association ***dans_12*** (connectivité **0-1** (rôle *est dans*) pour OBSTACLE), ***dans_14*** (**0-N** (rôle *contient*)) et ***chevauch_2*** (**0-N**). Les même types de relations existent entre les obstacles et les zones de voies de communication (***dans_13*** (**0-1**), ***dans_15*** (**0-N**) et ***chevauch_3*** (**0-N**)).

Si un obstacle est dans une parcelle, il n'a pas la possibilité d'assumer les autres relations topologiques précitées avec cette parcelle, les autres parcelles et les zones de voies de communication. Il faut fixer des contraintes d'exclusion entre ce rôle et tous les autres rôles joués par OBSTACLE. Le même raisonnement est à tenir pour les obstacles et les zones de voies de communication.

Une parcelle peut être dans un obstacle et, contenir ou chevaucher un nombre quelconque d'obstacles. Cela suscite des connectivités **0-1** dans ***dans_14*** (rôle *est dans*) et **0-N** dans ***dans_12*** (rôle *contient*) et dans ***chevauch_2***. Si une parcelle cadastrale est dans un obstacle, il lui est impossible de contenir ou de chevaucher cet obstacle ou les autres obstacles car tous ceux-ci sont disjoints ou se touchent. Il apparaît donc qu'il existe une contrainte d'exclusion entre ***dans_14***.OBSTACLE et ***dans_12***.OBSTACLE, ainsi qu'entre ***dans_14***.OBSTACLE et ***chevauch_2***.OBSTACLE.

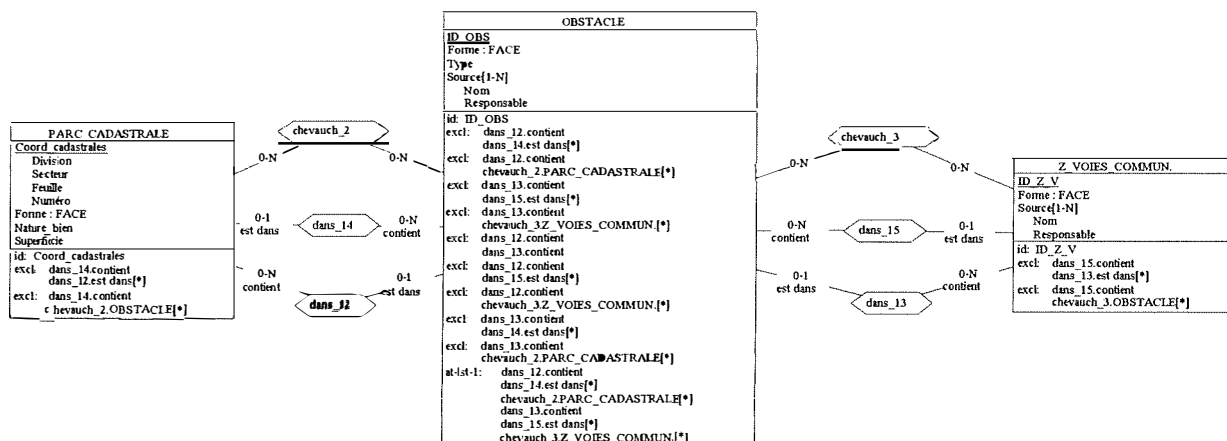
On peut échafauder la même analyse pour les obstacles et les zones de voies de communication (voir schéma résultant et contraintes).

Il a été dit qu'un obstacle devait soit être dans une parcelle cadastrale ou une zone de voies de communication, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) et/ou une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. Il en ressort une contrainte de couverture entre tous les rôles joués par OBSTACLE.

Un obstacle touche ou est disjoint des autres obstacles.

Si une zone de voies de communication joue un des rôles ***dans_13***.OBSTACLE, ***dans_15***.OBSTACLE ou ***chevauch_3***.OBSTACLE, elle n'est pas une voie navigable.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité OBSTACLE sont disjointes ou se touchent
- dans_12 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_13 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_14 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_15 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_2 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- chevauch_3 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- OBSTACLE.Type : Rocher
Talus
- Si une instance du type d'entité Z_VOIES_COMMUN joue un des rôles dans_13.OBSTACLE, dans_15.OBSTACLE ou chevauch_3.OBSTACLE, alors son sous-type est différent de VOIE NAVIGABLE

(13) Représentation d'un arrêt de bus

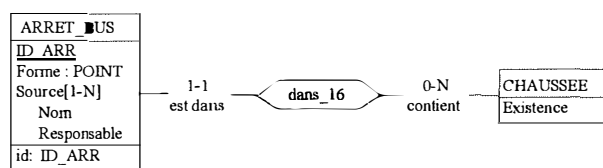
Un arrêt de bus est symbolisé par un point et son existence est répertoriée dans différents documents. Cela nous conduit à représenter les arrêts de bus par le type d'entité **ARRET_BUS** pourvu de ses attributs.

Un arrêt de bus est toujours localisé dans une seule chaussée qui n'est ni une autoroute, ni un accotement. Les chaussées contiennent un nombre quelconque d'arrêts de bus.

Cette définition suggère la création du type d'association **dans_16** entre **ARRET_BUS** et **CHAUSSÉE**. La connectivité d'**ARRET_BUS** dans **dans_16** est **1-1** et celle de **CHAUSSÉE** est **0-N**.

Un arrêt de bus est disjoint des autres arrêts de bus et des arbres.

Schéma résultant



Contraintes

- Si une instance du type d'entité CHAUSSEE joue le rôle dans_16.ARRET_BUS, alors son sous-type est différent de AUTOROUTE et de PARTERRE_ACCOT_PELOUSE
- dans_16 : contraintes de la relation topologique DANS
- Les POINTs des instances du type d'entité ARRET_BUS sont disjoints
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints des POINTs des instances du type d'entité ARRET BUS

(14) Représentation d'un parking à front de rue

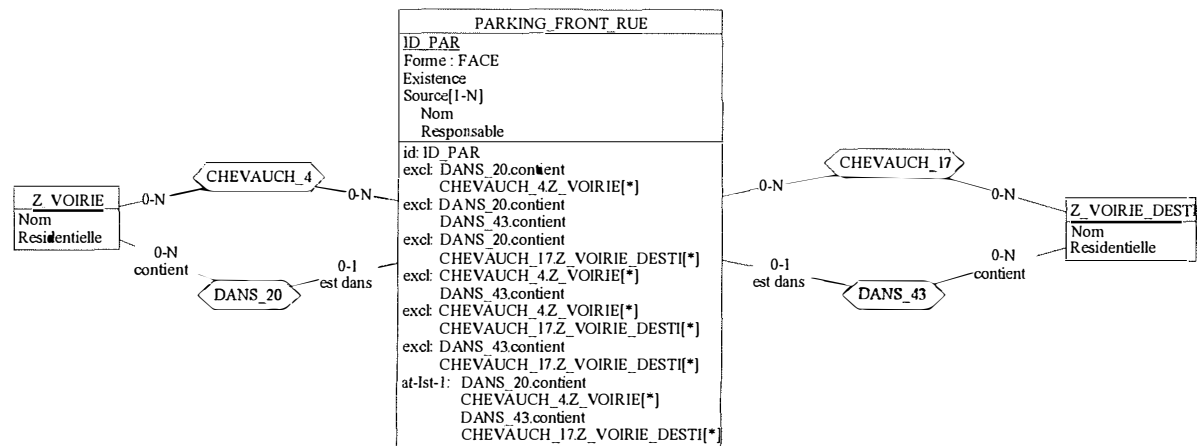
Un parking à front de rue est dessiné à l'aide d'une face. Il fait partie d'une situation existante ou est l'objet d'un projet. Il est recensé dans diverses sources. Ces caractéristiques suggèrent de représenter les parkings à front de rue par le type d'entité **PARKING_FRONT_RUE**. On trouvera dans ce dernier les attributs habituels.

Un parking à front de rue doit soit être dans une zone de voirie, soit en chevaucher plusieurs, soit être dans un projet de voirie, soit en chevaucher plusieurs. Dans les deux derniers cas, le parking doit faire partie d'une destination.

Cette définition sera exprimée par les types d'association *chevauch_4*, *dans_20*, *chevauch_17* et *dans_43*. On fixera entre tous les rôles joués par PARKING_FRONT_RUE, une contrainte de couverture ainsi que des contraintes d'exclusion.

Les parkings à front de rue sont disjoints ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité PARKING_FRONT_RUE sont disjointes ou se touchent
- dans_20 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_4 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- dans_43 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_17 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Un PARKING_FRONT_RUE ne peut pas chevaucher une seule Z_VOIRIE
- Un PARKING_FRONT_RUE ne peut pas chevaucher une seule Z_VOIRIE_DESTI
- Si un PARKING_FRONT_RUE joue le rôle dans_43.Z_VOIRIE_DESTI ou le rôle chevauch_17.Z_VOIRIE_DESTI, il fait partie d'une destination (Existence = FALSE)

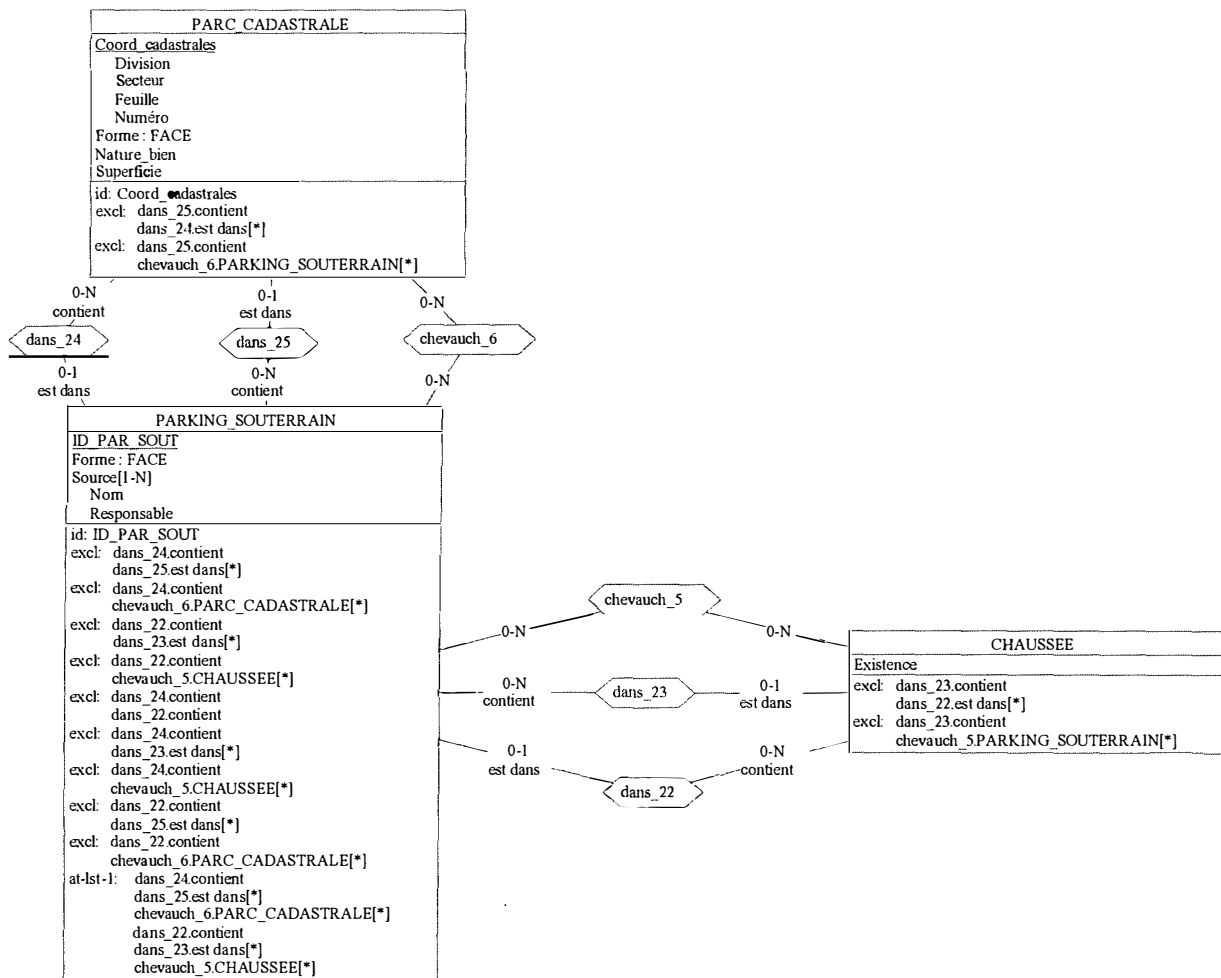
(15) Représentation d'un parking souterrain

C'est une face qui symbolise un parking souterrain sur le plan. Un tel parking est répertorié dans divers documents. Nous représenterons les parkings souterrains par le type d'entité **PARKING_SOUTERRAIN**. Il sera doté des attributs habituels.

Un parking souterrain doit soit être dans une parcelle ou une chaussée, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) et/ou une ou plusieurs chaussée(s). Cette situation topologique par rapport aux parcelles cadastrales et aux chaussées est semblable à celle des obstacles par rapport aux parcelles cadastrales et aux zones de voies de communication. Le schéma qui en découle est similaire à celui relatif aux obstacles.

Un parking souterrain est disjoint des autres parkings souterrains.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité PARKING_SOUTERRAIN sont disjointes
- dans_22 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_23 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_24 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_25 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_5 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- chevauch_6 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH

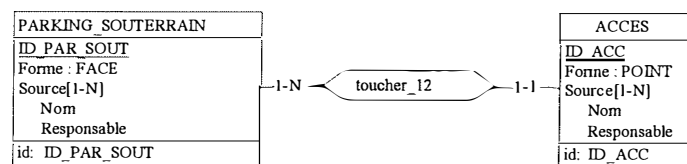
(16) Représentation d'un accès au parking souterrain

Un accès est symbolisé par un point et recensé dans divers documents. Nous représenterons les accès par le type d'entité **ACCES** qui contient les attributs habituels.

Un accès est à la limite d'un et d'un seul parking souterrain. Un tel parking est toujours accessible par un accès.

Un accès est disjoint des autres accès et des arbres.

Schéma résultant



Contraintes

- Les POINTs des instances du type d'entité **ACCES** sont disjoints
- **toucher_12** : contraintes de la relation topologique **TOUCHER**
- Les POINTs des instances du type d'entité **ARBRE** sont disjoints des POINTs des instances du type d'entité **ACCES**

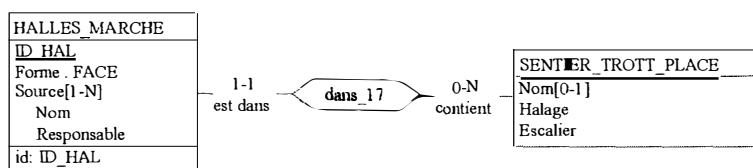
(17) Représentation d'une halle de marché

On symbolise les halles par une surface et elles sont recensées dans des documents. On les représentera dans le schéma par le type d'entité **HALLES_MARCHE** contenant les attributs **ID_HAL** (identifiant technique), **Forme** : *FACE* (élémentaire, obligatoire et monovalué) et **Source** (décomposable, obligatoire et multivalué) constitué de **Nom** et de **Responsable**.

Les halles sont toujours localisées sur une seule place et une place ne contient pas obligatoirement des halles.

Les halles sont disjointes les unes des autres.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité HALLES_MARCHE sont disjointes
- dans_17 : contraintes de la relation topologique DANS

(18) Représentation d'une aire de stationnement.

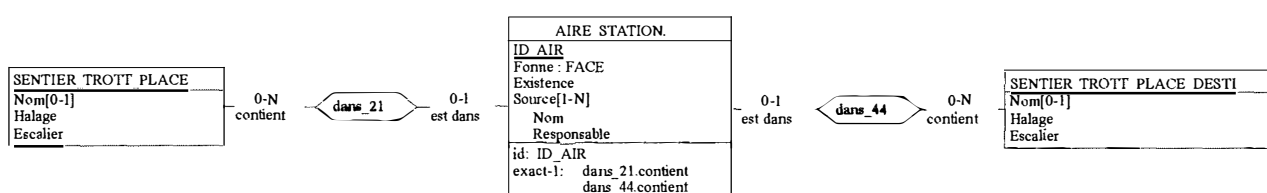
Une aire de stationnement (AIRE_STATION) est représentée par une face (**Forme : FACE**), fait partie d'une situation existante ou d'un projet (**Existence**) et est répertoriée dans des documents divers (**Source**).

Elle est localisée soit sur un trottoir ou une place (**dans_21**), soit sur un projet de voirie ou de place (**dans_44**). Dans ce dernier cas, l'aire de stationnement doit être l'objet d'une destination.

Cette définition nous conduit à fixer des contraintes de couverture et d'exclusion entre dans_21.SENTIER_TROTT_PLACE et dans_14.SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI.

Les aires de stationnement sont disjointes ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité AIRE_STATION sont disjointes ou se touchent
- dans_21 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_44 : contraintes de la relation topologique DANS
- Si une AIRE_STATION joue le rôle dans_44.SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI, elle fait partie d'une destination (Existence = FALSE)

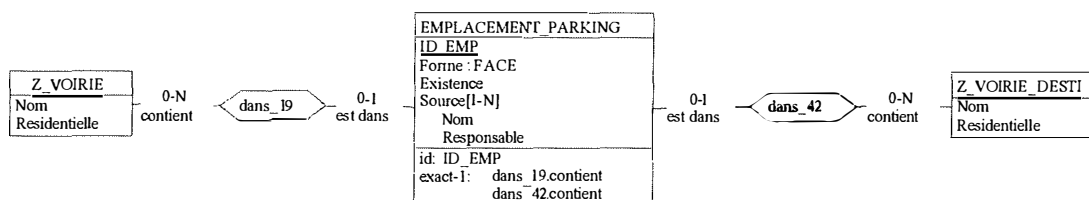
(19) Représentation d'un emplacement de parking

Un emplacement de parking est dessiné sur le plan par une face. Il appartient à une situation existante ou à un projet. Son existence est recensée dans divers documents. On le représentera par le type d'entité **EMPLACEMENT_PARKING** muni d'attributs semblables à ceux des cas similaires précédents. L'identifiant de ce type d'entité est **ID_EMP**.

La situation topologique des emplacements de parking par rapport aux zones de voiries et aux projets de voiries est semblable à celle des aires de stationnement par rapport aux trottoirs ou places et aux projets de trottoirs ou places. Nous dessinerons donc un schéma analogue à celui du point 18. Si un emplacement de parking est localisé sur un projet de trottoir ou place, il est l'objet d'un aménagement.

Les emplacements de parking sont disjoints ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les **FACES** des instances du type d'entité **EMPLACEMENT_PARKING** sont disjointes ou se touchent
- **dans_19** : contraintes de la relation topologique **DANS**
- **dans_42** : contraintes de la relation topologique **DANS**
- Si un **EMPLACEMENT_PARKING** joue le rôle **dans_42.Z_VOIRIE_DESTI**, il fait partie d'une destination (**Existence = FALSE**)

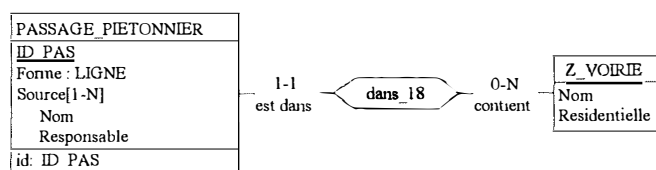
(20) Représentation d'un passage piétonnier

Un passage est représenté à l'aide d'une ligne et est répertorié dans des documents. Il en résulte le type d'entité **PASSAGE_PIETONNIER** muni des attributs habituels. Son identifiant est **ID_PAS**.

Un passage piétonnier est toujours dans une zone de voirie et toutes les voiries n'en contiennent pas.

Un passage piétonnier est disjoint des autres passages et des arbres.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNES des instances du type d'entité PASSAGE_PIETONNIER sont disjointes
- dans_18 : contraintes de la relation topologique DANS
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjointes des LIGNES des instances du type d'entité PASSAGE_PIETONNIER

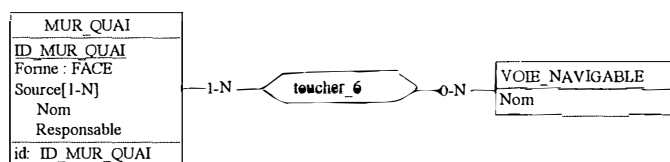
(21) Représentation d'un mur de quai

Un mur de quai qui est symbolisé par une face et répertorié dans diverses sources est représenté par le type d'entité **MUR_QUAI**. On lui alloue les attributs habituels qui correspondent à ces caractéristiques.

Un mur de quai touche au moins une voie navigable. Toutes celles-ci ne sont pas adjacentes à un mur de quai.

Les murs de quai sont disjointes.

Schéma résultant



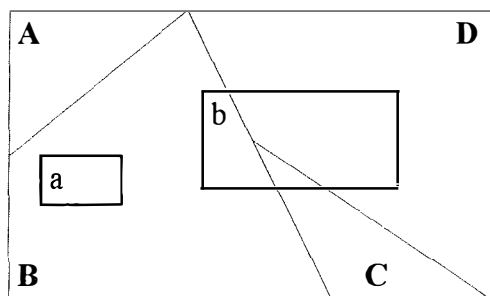
Contraintes

- Les FACEs des instances du type d'entité MUR_QUAI sont disjointes
- toucher_6 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

(22) Représentation d'une limite de zone affectée à la construction d'habitat social

Une telle limite est dessinée par une ligne fermée et est répertoriée dans divers documents (type d'entité **LIMITE_ZONE_HS** dotée des attributs traduisant ces caractéristiques).

Une limite de zone d'habitat social doit soit être dans une zone d'affectation, soit traverser plusieurs zones d'affectation. Une zone d'affectation contient ou est traversée par un nombre quelconque de limites d'habitat social (voir figure 5.11).



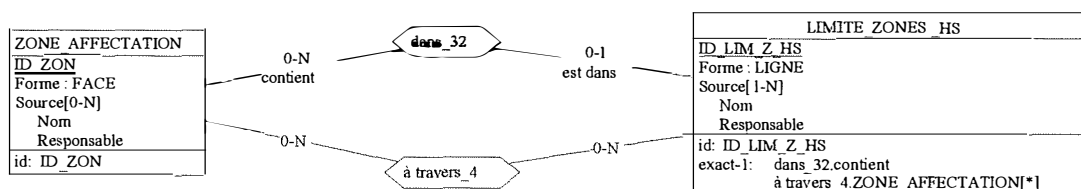
La limite a est dans la zone B.
La limite b traverse les zones B, C et D.

Figure 5.11

Ces relations topologiques sont figurées par les types d'association **dans_32** et **à travers_4**. Si une limite est dans une zone d'affectation, elle ne peut être que dans celle-là car les zones d'affectation sont disjointes ou se touchent. La connectivité de LIMITE_ZONE_H.S dans dans_32 est donc 0-1. Par contre la connectivité du même type d'entité dans à travers_4 est 0-N. Ces deux rôles étant mutuellement exclusifs, il convient de fixer entre eux des contraintes d'exclusion et de couverture. Suite à l'énoncé, la connectivité de ZONE_AFFECTATION dans les deux types d'association est 0-N.

Les surfaces délimitées par les zones d'habitat social sont disjointes.

Schéma résultant



Contraintes

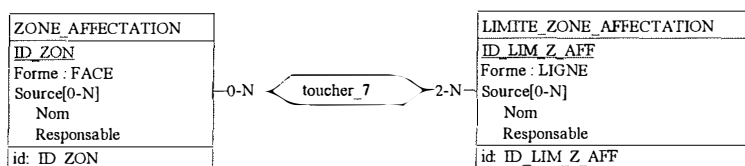
- Les LIGNEs des instances du type d'entité LIMITE_ZONE_H.S. fermées. Les surfaces qu'elles délimitent sont disjointes
- dans_32 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_4 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Une LIMITE_ZONE_H.S ne peut pas traverser une seule ZONE_AFFECTATION

(23) Représentation d'une limite de zone d'affectation

Une limite de zone d'affectation est représentée par une ligne et peut être recensée dans divers documents (type d'entité **LIMITE_ZONE_AFFECTATION** muni des attributs traduisant ces caractéristiques). L'identifiant technique est **ID_LIM_Z_AFF**.

Une telle limite est adjacente à au moins deux zones d'affectation. Une zone d'affectation n'est pas toujours démarquée par une ou des limite(s). La relation entre les zones d'affectation et leurs limites s'exprimera par le type d'association **toucher_7**.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNES des instances du type d'entité LIMITE_ZONE_AFFECTATION sont disjointes ou se touchent
- **toucher_7** : contraintes de la relation topologique TOUCHER

(24) Représentation d'un bâtiment

Un bâtiment est dessiné à l'aide d'une face. Il peut être de plusieurs types et avoir une toiture en terrasse. Le nombre de m² de plancher qu'il contient est parfois recensé. Son existence est répertoriée dans divers documents. On représentera les bâtiments par le type d'entité **BATIMENT**. Mis à part les attributs habituels, il sera doté de **Type** (élémentaire, obligatoire et monovalué) qui ne prend que les valeurs Bâtiment privé en bon état, Bâtiment à destination publique (école, clinique, cabine électrique,...), Eglise, Chapelle, Bâtiment repris dans le "Patrimoine Monumental", Bâtiment de valeur architecturale, Immeuble de valeur, Monument classé (Arrêté Royal), Façade classée (A.R.), Taudis, Construction inachevée, Bâtiment en ruine, Garage, Atelier, Commerce, Entrepôt, Etable, Hangar agricole, Hall industriel et Bâtiment à démolir. Un attribut booléen (**Toiture_terrasse**) indiquera si la toiture est en terrasse ou non (élémentaire, obligatoire et monovalué) et **Nbre_m²_plancher** stipulera la surface totale de plancher (élémentaire, facultatif et monovalué). L'identifiant technique est **ID_BAT**.

Un bâtiment doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s). Lorsqu'on construit un bâtiment sur l'espace public, (église sur une

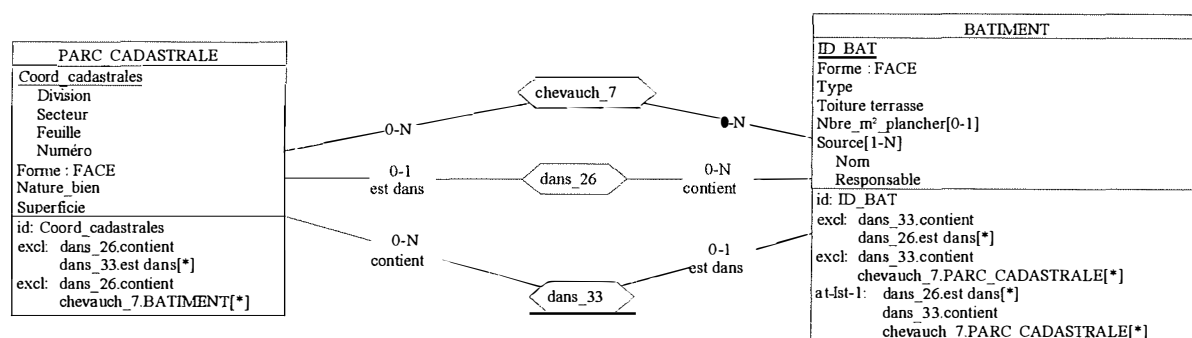
place, cabine électrique sur un trottoir,...), le territoire recouvert par cette construction n'est plus considéré comme un espace public et il est cadastré.

Cette situation topologique est semblable à celle des étangs. Le schéma concernant les bâtiments sera donc semblable à celui relatif à ces plans d'eau.

Les bâtiments sont disjoints ou se touchent. Ils sont disjoints des arbres et des étangs. Ils touchent ou sont disjoints des murs et des haies.

Signalons qu'un espace public dont une partie est cadastrée suite à la construction d'un bâtiment peut devenir une forme non connexe (polygone avec des trous). Or, les relations topologiques utilisées dans ce schéma conceptuel permettent de décrire uniquement les situations topologiques existant entre des formes connexes. Ces relations ne sont donc pas aptes à représenter toutes les situations topologiques rencontrées dans les PPA. Il faudrait effectuer des recherches afin de définir des relations topologiques capables d'exprimer de telles situations.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité BATIMENT sont disjointes ou se touchent
- BATIMENT.Type = Bâtiment privé en bon état, Bâtiment à destination publique (école, clinique, cabine électrique,...), Eglise, Chapelle, Bâtiment repris dans le "Patrimoine Monumental", Bâtiment de valeur architecturale, Immeuble de valeur, Monument classé (Arrêté Royal), Façade classée (A.R.), Taudis, Construction inachevée, Bâtiment en ruine, Garage, Atelier, Commerce, Entrepôt, Etable, Hangar agricole, Hall industriel, Bâtiment à démolir
- dans_33 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_26 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_7 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes des FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les POINTS des instances du type d'entité ARBRE sont disjointes des FACES des instances du type d'entité BATIMENT

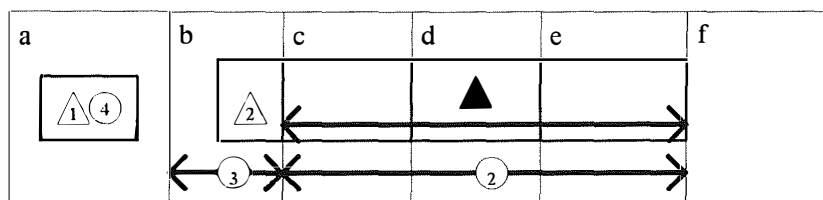
(25) Représentation des nombres d'étages

Le nombre d'étages existants ou prévus est indiqué sur le plan particulier d'aménagement.

Les étages existants concernent les bâtiments. Le nombre d'étages des bâtiments est indiqué dans chacun d'eux. Cependant, si des bâtiments adjacents comptent le même nombre d'étages, ils sont délimités (traversés) par une ligne et ce nombre est inscrit une seule fois.

Le nombre d'étages prévus concerne en général les parcelles. L'espace devant contenir un certain nombre d'étages est délimité par une ligne. Celle-ci peut être située dans une parcelle ou en traverser plusieurs. Si le nombre d'étages prévus se rapporte uniquement à l'espace occupé par un bâtiment, on ne dessine pas de ligne de délimitation et le nombre d'étages est indiqué dans le bâtiment.

Une parcelle ou un bâtiment n'est pas toujours concerné par un nombre d'étages existants ou prévus (figure 5.12).



Le bâtiment de la parcelle a a un étage existant et quatre étages prévus.

Le bâtiment de la parcelle b a deux étages existants.

Les bâtiments des parcelles c, d et e ont trois étages existants.

La parcelle b a trois étages prévus.

Les parcelles c, d et e ont deux étages prévus.

Figure 5.12

Commençons par le cas du nombre d'étages existants. Les lignes de délimitation peuvent être représentées par le type d'entité **DELIMITATION_EX**. Ces lignes traversent (à **travers_5**) au moins deux bâtiments (**2-N**). Un bâtiment n'est pas toujours traversé par une ligne (**0-1**). Nous pouvons représenter le nombre d'étages existants par l'attribut facultatif *Nbre étages existant*. Si un bâtiment est traversé par une délimitation existante, alors il a un nombre d'étages existants (c'est-à-dire, si le rôle à **travers_5.DELIMITATION_EX** existe pour une instance de **BATIMENT**, alors cette instance possède une valeur pour l'attribut *Nbre étages existant*). De plus, il existe un autre bâtiment qui touche ce bâtiment et a le même nombre d'étages.

Une délimitation existante touche ou est disjointe des autres délimitations existantes.

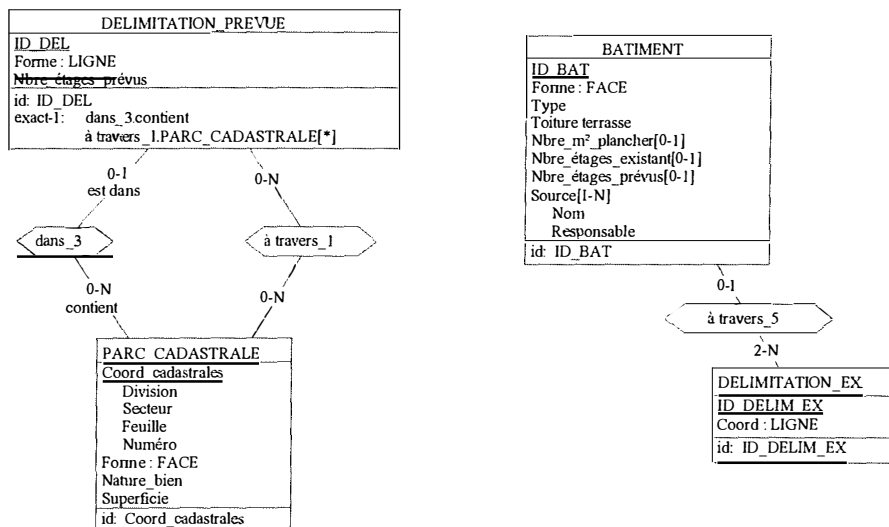
Abordons maintenant le cas du nombre d'étages prévus. Les lignes de délimitation (type d'entité **DELIMITATION_PREVUE**) sont assorties du nombre d'étages qui les caractérisent (attribut élémentaire, obligatoire et monovalué *Nbre étages prévus*). Ces lignes doivent soit être dans une parcelle, soit en traverser plusieurs. Cette situation topologique par rapport aux parcelles est identique à celle des limites de zones d'habitat social par rapport aux zones

d'affectation, même si dans ce cas précis les lignes représentant les limites étaient fermées. Nous allons donc obtenir un schéma analogue à cette situation antérieure.

Les délimitations prévues se touchent ou sont disjointes.

Le nombre d'étages prévus concernant uniquement un bâtiment est représenté par l'attribut facultatif *Nbre_étages prévus*. Si un bâtiment a un nombre d'étages prévus, il n'existe pas d'autre(s) bâtiment(s) adjacent(s) à ce bâtiment et ayant le même nombre d'étages prévus.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNEs des instances du type d'entité **DELIMITATION_PREVUE** sont disjointes ou se touchent
- *dans_3* : contraintes de la relation topologique **DANS**
- *à travers_1* : contraintes de la relation topologique **A_TRAVERS**
- Une **DELIMITATION_PREVUE** ne peut pas traverser une seule **PARC_CADASTRALE**
- *à travers_5* : contraintes de la relation topologique **A_TRAVERS**
- Si une instance du type d'entité **BATIMENT** joue le rôle **A_1.ETAGES_PREVUS**, alors il n'existe pas d'autre instance du type d'entité **BATIMENT** qui touche ce bâtiment et qui a le même nombre d'étages prévus
- Si pour une instance de **BATIMENT**, le rôle *à travers_5*. **DELIMITATION_EX** existe, alors cette instance possède une valeur pour *Nbre_étages_existant*
- Si une instance du type d'entité **BATIMENT** assume le rôle *à travers_5*. **DELIMITATION_EX**, alors il existe une autre instance du type d'entité **BATIMENT** qui touche ce bâtiment et a le même nombre d'étages
- Les LIGNEs des instances du type d'entité **DELIMITATION_EX** sont disjointes ou se touchent

(26) Représentation d'un alignement

Un alignement est une limite entre le domaine public et le domaine privé. Il est symbolisé par une ligne. S'il fait partie d'une région soumise à un Arrêté Royal, il peut être de différents types : Alignement existant maintenu, Alignement supprimé et Alignement nouveau. Un alignement est répertorié dans différents documents. Les alignements sont représentés par le type d'entité **ALIGNEMENT**. L'attribut qui illustre le fait qu'un alignement peut avoir différents types (*Type*) est facultatif. L'identifiant technique est **ID_ALI**.

Un alignement délimite le domaine public du domaine privé. Il touche donc obligatoirement au moins une parcelle (*toucher_8* avec connectivité **1-N**) et au moins une zone de voies de communication (*toucher_9* avec connectivité **1-N**). Les parcelles et les zones de voies de communication ne sont pas toujours touchées par un alignement (connectivités **0-N**).

Les alignements se touchent ou sont disjoints.

Schéma résultant

Voir au point 27.

(27) Représentation d'un front de bâtisse

Un front de bâtisse est une ligne sur laquelle doivent s'aligner les façades des bâtiments. Il s'agit d'un projet; il est donc possible que des constructions existantes ne respectent pas cette disposition. Par contre, les bâtiments qui seront érigés dans le futur devront l'observer. Une telle ligne peut correspondre à un alignement (voir point 26). On l'appelle alors "Front de bâtisse obligatoire sur alignement". Dans les autres cas, on dira simplement que c'est un "Front de bâtisse obligatoire". On représentera les fronts de bâtisse par le type d'entité **FRONT_BATISSE** muni des attributs habituels et de l'attribut élémentaire, obligatoire et monovalué *Type* qui ne peut prendre que les valeurs "Front de bâtisse obligatoire sur alignement" et "Front de bâtisse obligatoire".

Un front de bâtisse obligatoire doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit en chevaucher plusieurs. Une parcelle n'est pas obligatoirement munie d'un front de bâtisse obligatoire.

Un front de bâtisse obligatoire sur alignement doit soit être dans un alignement, soit en chevaucher plusieurs. Un alignement n'est pas toujours recouvert d'un front de bâtisse obligatoire sur alignement (voir figure 5.13).

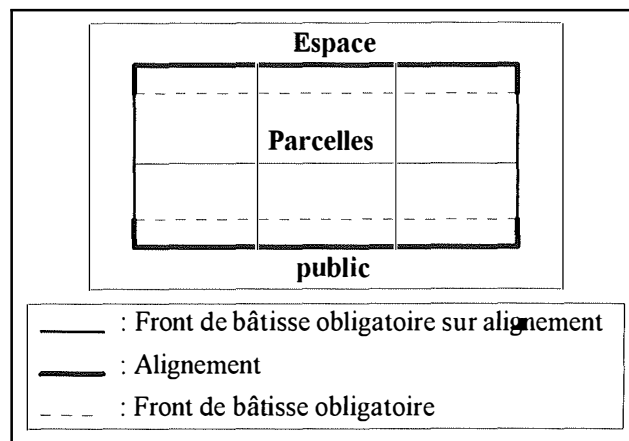
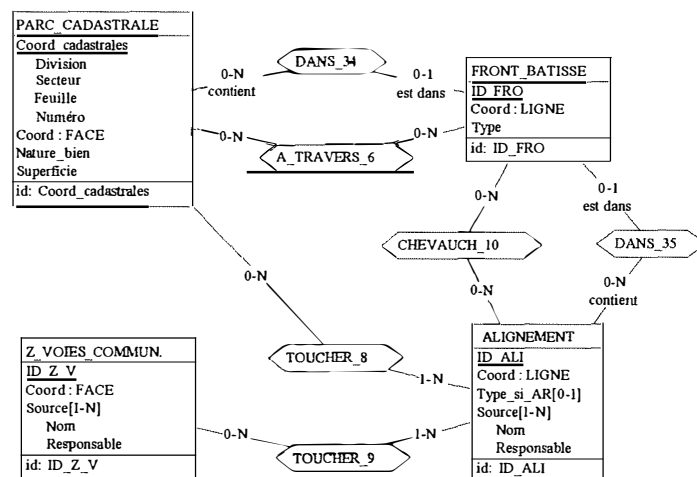


Figure 5.13

Les relations topologiques entre les fronts de bâtisse obligatoires et les parcelles cadastrales sont identiques à celles entre les limites de zones d'habitat social et les zones d'affectation. La situation topologique entre les fronts de bâtisses obligatoires sur alignement et les alignements est semblable à celle entre les étangs et les parcelles cadastrales même si ces deux dernières étaient des faces et non des lignes. Nous allons donc obtenir des schémas conceptuels analogues à ceux obtenus dans les cas antérieurs précités.

Les fronts de bâtisse se touchent ou sont disjoints. Si deux fronts de bâtisse se touchent, alors ils sont de types différents.

Schéma résultant



Contraintes

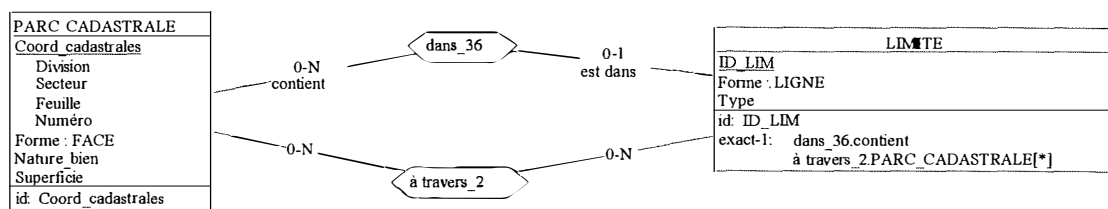
- Les LIGNES des instances du type d'entité FRONT_BATISSE sont disjointes ou se touchent (dans ce dernier cas, les Types de ces instances doivent être différents)
 - FRONT_BATISSE.Type = Front de bâtisse obligatoire sur alignement
Front de bâtisse obligatoire
 - dans_34 : contraintes de la relation topologique DANS
 - à travers_6 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
 - dans_35 : contraintes de la relation topologique DANS
 - chevauch_10 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Si FRONT_BATISSE.Type = Front de bâtisse obligatoire
- exact-1 : dans_34.PARC_CADASTRALE
à travers_6.PARC_CADASTRALE
 - Un front de bâtisse obligatoire ne peut assumer ni le rôle chevauch_10.ALIGNEMENT, ni le rôle dans_35.ALIGNEMENT
 - Un FRONT_BATISSE obligatoire ne peut pas traverser une seule PARC_CADASTRALE
- Si FRONT_BATISSE.Type = Front de bâtisse obligatoire sur alignement
- exact-1 : dans_35.ALIGNEMENT
chevauch_10.ALIGNEMENT
 - Un front de bâtisse obligatoire sur alignement ne peut assumer ni le rôle dans_34.PARC_CADASTRALE ni le rôle à travers_6.PARC_CADASTRALE
 - Un FRONT_BATISSE obligatoire sur alignement ne peut pas chevaucher un seul ALIGNEMENT
 - Les LIGNES des instances du type d'entité ALIGNEMENT sont disjointes ou se touchent
 - ALIGNEMENT.TYPE_si_A.R. = Alignement existant maintenu
Alignement supprimé
Alignement nouveau
 - toucher_8 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
 - toucher_9 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

(28) Représentation des limites extrêmes des bâtiments principaux et des limites extrêmes des annexes

Nous allons représenter ces deux genres de lignes par le type d'entité **LIMITE** doté, ormis les attributs habituels, de l'attribut *Type* qui ne prend que les valeurs "Limite extrême des bâtiments principaux" et "Limite extrême des annexes".

Une limite est dans une parcelle ou en traverse plusieurs. Cette situation topologique est semblable au cas 22.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNEs des instances du type d'entité LIMITE sont disjointes ou se touchent
- LIMITE.Type = Limite extrême des bâtiments principaux
Limite extrême des annexes
- dans_36 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_2 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Une LIMITE ne peut pas traverser une seule PARC_CADASTRALE

(29) Représentation d'une limite communale

Une limite de commune est symbolisée par une ligne et recensée dans divers documents. Elle démarque deux communes. On peut la représenter par le type d'entité **LIMITE_COMMUNE** doté des attributs habituels. Les communes sont identifiées par leur nom et nous proposons de créer le type d'entité **COMMUNE** (identifiant : *Nom*). Ce dernier serait lié à LIMITE_COMMUNE par le type d'association **DELIMITATION**. Il y jouerait un rôle de connectivité 1-N. La connectivité du rôle assumé par LIMITE_COMMUNE serait 2-2.

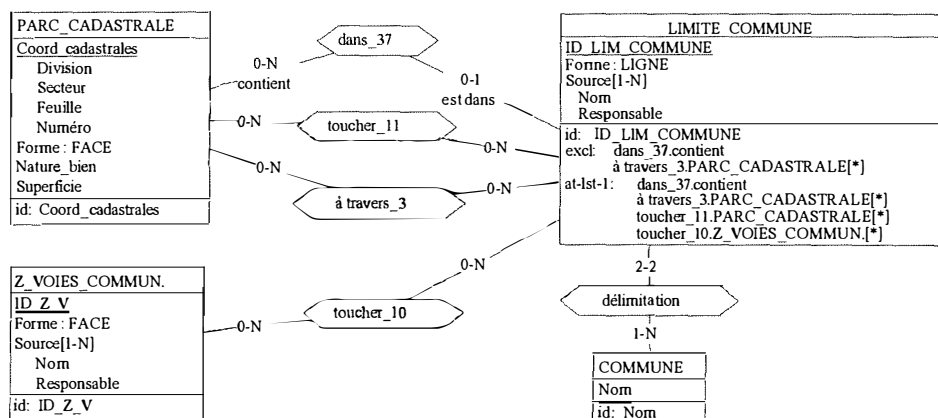
Une limite de commune peut être dans une parcelle cadastrale et/ou en toucher une ou plusieurs et/ou en traverser une ou plusieurs et/ou toucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication, mais au moins un de ces quatre rôles doit être assumé. Cependant, si une limite de commune est dans une parcelle, elle ne peut traverser ni cette parcelle, ni une ou plusieurs autres parcelles.

Ces relations sont exprimées à l'aide des types d'association suivants : **dans_37** (connectivité 0-1 pour le rôle joué par LIMITE_COMMUNE (rôle est dans)), **toucher_11** (0-N) et **à travers_3** (0-N) qui lient LIMITE_COMMUNE à PARC_CADASTRALE et **toucher_10** (0-N) qui joint LIMITE_COMMUNE et Z_VOIES_COMMUN. La connectivité des rôles assumés par PARC_CADASTRALE et Z_VOIES_COMMUN dans ces quatre types d'association est bien entendu 0-N.

Le fait qu'au moins un des quatre rôles joués par LIMITE_COMMUNE dans dans_37, toucher_11, à travers_3 et toucher_11 doit être assumé, est exprimé par une contrainte de couverture entre eux. Si une limite communale est dans une parcelle, elle ne peut traverser ni cette parcelle, ni d'autre(s) parcelle(s). Il faut donc fixer une contrainte d'exclusion entre dans_37.PARC_CADASTRALE et A_TRAVERS_3.PARC_CADASTRALE.

Les limites communales se touchent ou sont disjointes.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNES des instances du type d'entité LIMITE_COMMUNE sont disjointes ou se touchent
- dans_37 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_3 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- toucher_10 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- toucher_11 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : LIMITE_COMMUNE.dans_37.PARC_CADASTRALE
LIMITE_COMMUNE.touch_11.PARC_CADASTRALE
- excl : LIMITE_COMMUNE.à travers_3.PARC_CADASTRALE
LIMITE_COMMUNE.touch_11.PARC_CADASTRALE

(30) Représentation d'une limite de plan particulier

Un plan particulier est symbolisé par une face. Il a un numéro qui l'identifie, une échelle, un nom, une date, un auteur, une personne par qui il a été levé, une personne par qui il a été dessiné et une personne par qui il a été vérifié. On peut le représenter par le type d'entité **LIMITE_PLAN_PART**. Celui-ci est doté d'attributs élémentaires, décomposables et monovalués : *Numéro*, *Forme : FACE*, *Nom*, *Echelle*, *Date*, *Auteur*, *Levé_par*, *Dessiné_par* et *Vérifié_par*.

Un plan contient un nombre quelconque de parcelles (*dans_38* avec connectivité **0-N**) et de zones de voies de communication (*dans_39* avec connectivité **0-N**). Il peut également chevaucher des parcelles (*chevauch_11* avec connectivité **0-N**) et des zones de voies de communication (*chevauch_12* avec connectivité **0-N**). Au moins un de ces quatre rôles doit être assumé (contrainte de couverture entre eux). Une parcelle qui est dans un plan (connectivité **0-1**) ne peut évidemment pas être chevauchée par ce plan ou par un autre plan (exclusion entre dans_38.LIMITE_PLAN_PARTIC et

chevauch_11.LIMITE_PLAN_PARTIC). Il en est de même pour les zones de voies de communication (exclusion entre dans_39.LIMITE_PLAN_PARTIC et chevauch_12.LIMITE_PLAN_PARTIC).

Les plans particuliers sont disjoints ou se touchent. Les parcelles et les espaces publics faisant partie d'un plan particulier forment une tessellation polygonale.

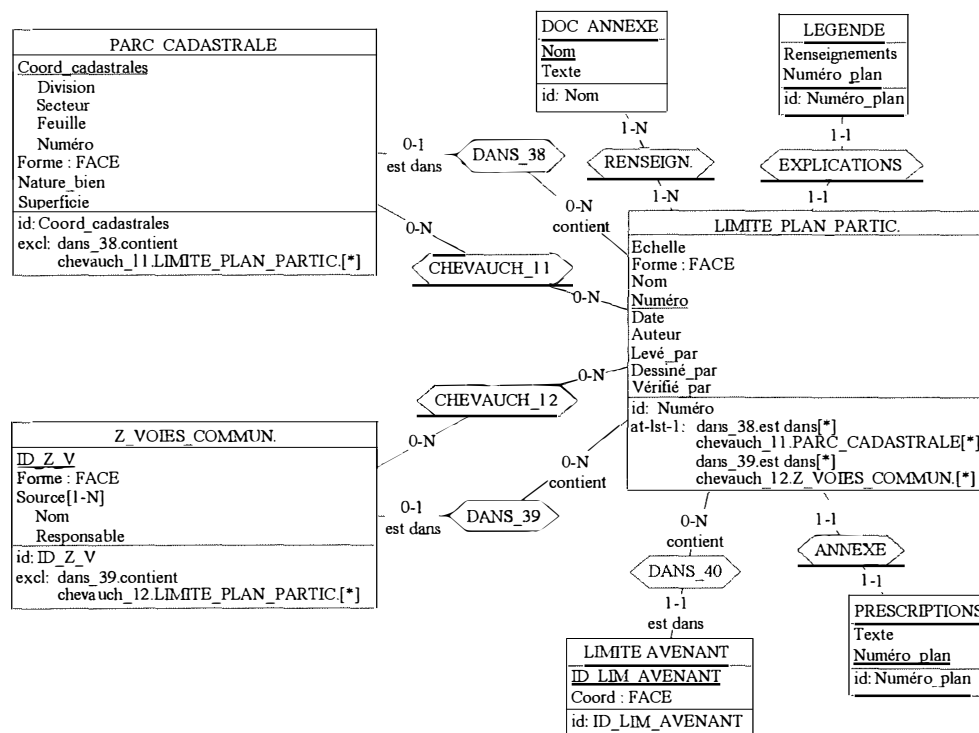
Une partie d'un plan particulier est parfois retravaillée. Cette zone (face) est appelée avenant (**LIMITE_AVENANT** liée à LIMITE_PLAN_PARTIC par ***dans_40***). Les limites d'avenant sont disjointes ou se touchent.

Un plan particulier est toujours assorti de prescriptions urbanistiques (**PRESCRIPTIONS**). Celles-ci sont identifiées par un numéro qui est le même que celui du plan particulier qu'elles décrivent. Notons que les membres du Service d'Aménagement du Territoire souhaiteraient que lors de l'informatisation des plans particuliers, un lien soit fait entre ceux-ci et les prescriptions qui les concernent. Ils voudraient que lorsqu'on clique sur un plan, les prescriptions concernant la zone cliquée apparaissent à l'écran.

Lors de la conception d'un plan particulier, toute une série de documents annexes (**DOC_ANNEXE**) sont utilisés : avant-projets, plans de secteurs, données commerciales,... . Ils sont identifiés par leur nom (***Nom***). Les données provenant du Service de Géographie Urbaine sont souvent utilisées. Il semblerait donc intéressant que ce service et celui d'Aménagement du Territoire puissent partager une base de données commune.

Un plan particulier est toujours accompagné d'une légende (**LEGENDE**) répertoriant les éléments présents sur le plan. La légende est identifiée par un numéro (***Numéro_plan***) qui est celui du plan auquel elle se rapporte.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité LIMITE_PLAN_PARTIC sont disjointes ou se touchent.
- dans_38 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_11 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- dans_39 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_12 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Une LIMITE_PLAN_PARTIC est la tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle contient et chevauche (dans ce cas, seulement les morceaux qui font partie de l'intersection entre d'une part les PARC_CADASTRALES et les Z_VOIES_COMMUN et, d'autre part la LIMITE_PLAN_PARTIC). La FACE d'une LIMITE_PLAN_PARTIC est égale à l'union des FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle contient et des morceaux qui font partie de son intersection avec les FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle chevauche (celles-ci sont jointives)
- Les FACES des instances du type d'entité LIMITE_AVENANT sont disjointes ou se touchent
- dans_40 : contraintes de la relation topologique DANS
- Le Numéro_plan d'une instance du type d'entité LEGENDE est égal au Numéro de l'instance du type d'entité LIMITE_PLAN_PARTIC à laquelle l'instance du type d'entité LEGENDE est liée par le type d'association EXPLICATIONS
- Le Numéro_plan d'une instance du type d'entité PRESCRIPTIONS est égal au Numéro de l'instance du type d'entité LIMITE_PLAN_PARTIC à laquelle l'instance du type d'entité PRESCRIPTIONS est liée par le type d'association ANNEXE

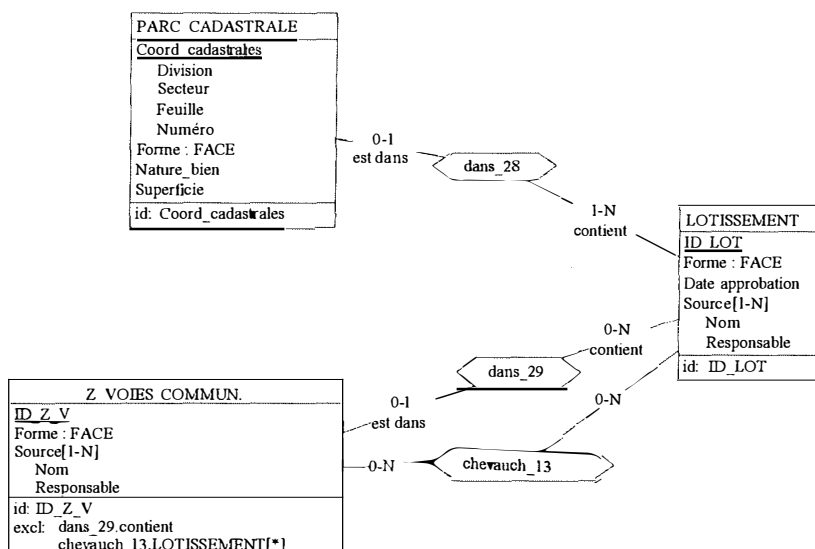
(31) Représentation d'un lotissement

Un lotissement (type d'entité **LOTISSEMENT**) est représenté par une face. Il possède une date d'approbation et est répertorié dans divers documents.

Il contient des parcelles cadastrales (*dans_28*). Il peut également contenir et chevaucher des zones de voies de communication (*dans_29* et *chevauch_13*). Si une zone de voies de communication est dans un lotissement, elle ne peut évidemment chevaucher ni ce lotissement, ni un ou plusieurs autre(s) lotissement(s) (exclusion entre *dans_29.LOTISSEMENT* et *chevauch_13.LOTISSEMENT*).

Les lotissements sont disjoints ou se touchent. Les parcelles et espaces publics qui le composent forment une tessellation polygonale.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité LOTISSEMENT sont disjointes ou se touchent
- dans_28 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_13 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- dans_29 : contraintes de la relation topologique DANS
- Un LOTISSEMENT est la tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'il contient et chevauche (dans ce cas, seulement les morceaux qui font partie de l'intersection entre d'une part les PARC_CADASTRALES et les Z_VOIES_COMMUN et, d'autre part le LOTISSEMENT). La FACE d'un LOTISSEMENT est égale à l'union des FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle contient et des morceaux qui font partie de son intersection avec les FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle chevauche (celles-ci sont jointives)

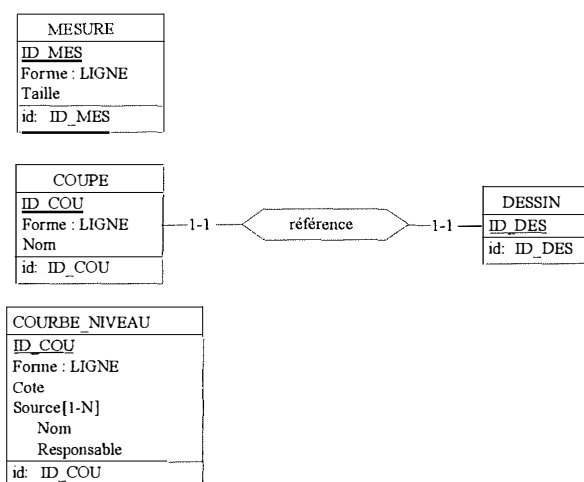
(32) Représentation des courbes de niveau, des coupes et des mesures

Les courbes de niveau (**COURBE_NIVEAU**) sont symbolisées par une ligne, ont une cote d'altitude (*Cote*) et sont répertoriées dans différents documents. Elles sont disjointes. Elles peuvent se localiser n'importe où sur le territoire. Nous ne mentionnerons donc pas les relations topologiques qui les lient aux autres objets géographiques.

Lorsqu'on regarde un plan, on observe des lignes mentionnant une distance entre deux points (**MESURE**). Elles se situent à n'importe quel endroit. Comme pour les courbes de niveau, nous n'indiquerons pas les relations topologiques qu'elles assument avec d'autres éléments.

On trace parfois sur le plan un trait représentant une coupe (**COUPE**). Celle-ci fait référence à un dessin (**DESSIN**).

Schéma résultant



Contrainte

- Les LIGNEs des instances du type d'entité **COURBE_NIVEAU** sont disjointes

3.3 Document de validation du schéma conceptuel

Lorsqu'un analyste a élaboré le schéma conceptuel d'un document, il peut le faire valider par les auteurs du document ou par des spécialistes du domaine d'application analysé. Mais ces personnes ne connaissent en général pas les concepts du formalisme entité-association et il leur est donc très difficile de comprendre et de vérifier un schéma conceptuel. Pour pallier à ce problème, l'analyste peut écrire un texte en langage naturel qui traduit le schéma conceptuel et qui est beaucoup plus communicable aux personnes méconnaissant le formalisme entité-association.

Nous avons produit un tel document pour le schéma conceptuel des PPA (voir annexe 3). Pour ce faire, nous avons décrit chaque entité du schéma ainsi que les relations qu'elle partage avec les autres entités. Dans ce texte, des situations analogues présentes dans le schéma conceptuel ont été décrites en des termes similaires.

L'annexe 3 contient également le schéma conceptuel complet des PPA ainsi que l'ensemble des contraintes d'intégrité.

4. Schéma de structure

4.1. *Qu'est ce qu'un schéma de structure?*

Le schéma de structure communal est une disposition nouvellement introduite dans le Code wallon de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme par le décret du 27 avril 1989.

Il couvre l'ensemble du territoire communal et se consacre à préciser les orientations en matière d'utilisation du sol et à développer les aspects opérationnels de l'aménagement. C'est donc un document indicatif et de réflexion qui incarne une stratégie ou ligne de conduite dont la commune entend s'inspirer.

Le schéma de structure est plus qu'un document planologique. C'est un "dossier" intégrant toutes les données utiles à la prise de décision : orientations générales, contraintes juridiques et techniques, programmation des actions et des moyens qu'elles requièrent.

Le schéma de structure est associé au règlement communal d'urbanisme. Celui-ci, contrairement au schéma de structure qui se préoccupe des aspects fonctionnels, s'attache aux aspects formels parmi lesquels l'implantation, le gabarit et le traitement des façades des bâtiments, l'aménagement de la voirie et des espaces publics, la sécurité et la salubrité.

4.2. *Construction du schéma conceptuel*

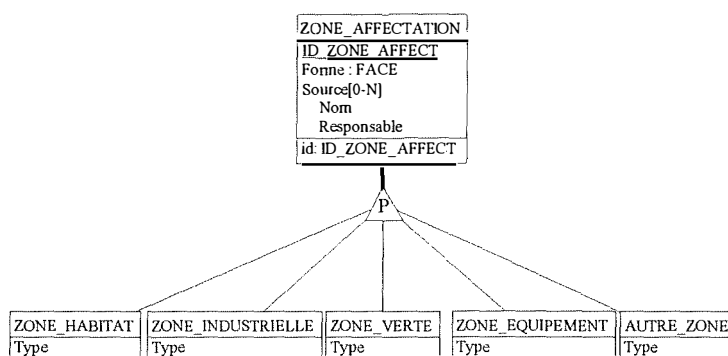
(1) Représentation d'une zone d'affectation

Lorsque l'on observe la légende d'un schéma de structure, on remarque que de nombreux éléments qui y sont indiqués représentent des affectations du sol (zones industrielles, zones de service, zones agricoles,...). Ces zones d'affectation sont symbolisées sur le plan par des faces. Leur existence peut être répertoriée dans divers documents. Nous représenterons les zones d'affectation par le type d'entité **ZONE_AFFECTATION** doté des attributs habituels. Ces zones seront classées en cinq catégories représentées par les sous-types : **ZONE_HABITAT** (doté de l'attribut *Type* prenant les valeurs Zone mixte, Zone mixte d'habitat (première

couronne), Zone de logement et d'habitat (seconde couronne), Zone d'habitat résidentiel (alentours résidentiels), Zone d'habitat rural (alentours ruraux), Zone de logement pavillonnaire, Zone d'exploitations agricoles et d'habitat rural et Zone d'intérêt culturel, historique et/ou esthétique), **ZONE_INDUSTRIELLE** (doté de l'attribut *Type* prenant les valeurs Zone industrielle, Zone artisanale ou de PME, Zone de services, Zone d'extension d'industrie, Zone d'extraction, Extension des zones d'extraction et Zone d'extension d'artisanat), **ZONE_VERTE** (doté de l'attribut *Type* prenant les valeurs Zone agricole, Zone forestière, Zone d'espaces verts, Zone naturelle, Zone naturelle d'intérêt scientifique ou réserve naturelle, Zone de parc et Zone rurale d'intérêt paysager), **ZONE_EQUIPEMENT** (doté de l'attribut *Type* prenant les valeurs Zone de loisir, Zone de récréation et de séjour, Zone d'équipements communautaires) et **AUTRE_ZONE** (doté de l'attribut *Type* prenant les valeurs Zone à rénover, Domaine militaire, Zone de réserve et Zone de chemin de fer).

Les zones d'affectation sont disjointes ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACEs des instances du type d'entité ZONE_AFFECTATION sont disjointes ou se touchent
- ZONE_HABITAT.Type = Zone mixte, Zone mixte d'habitat (première couronne), Zone de logement et d'habitat (seconde couronne), Zone d'habitat résidentiel (alentours résidentiels), Zone d'habitat rural (alentours ruraux), Zone de logement pavillonnaire, Zone d'exploitations agricoles et d'habitat rural, Zone d'intérêt culturel, historique et/ou esthétique
- ZONE_INDUSTRIELLE.Type = Zone industrielle, Zone artisanale ou de PME, Zone de services, Zone d'extension d'industrie, Zone d'extraction, Extension des zones d'extraction, Zone d'extension d'artisanat
- ZONE_VERTE.Type = Zone agricole, Zone forestière, Zone d'espaces verts, Zone naturelle, Zone naturelle d'intérêt scientifique ou réserve naturelle, Zone de parc, Zone rurale d'intérêt paysager
- ZONE_EQUIPEMENT.Type = Zone de loisir, Zone de récréation et de séjour, Zone d'équipements communautaires
- AUTRE_ZONE.Type = Zone à rénover, Domaine militaire, Zone de réserve, Zone de chemin de fer

(2) Représentation des autoroutes existantes, des routes express existantes, des routes de grande circulation existantes et des chemins de fer

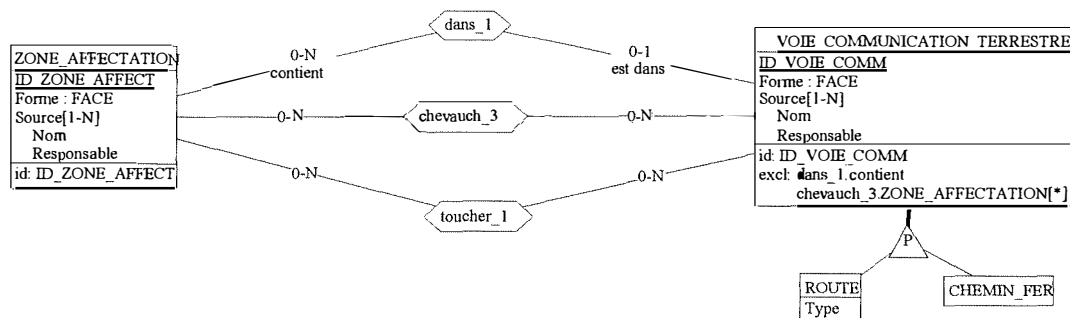
Ces différents éléments sont représentés par une face et répertoriés dans divers documents. Nous proposons de les désigner à l'aide du type d'entité **VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE**. Celui-ci, pourvu des attributs habituels, aura deux sous-types : **ROUTE** et **CHEMIN_FER**. Une route détiendra plusieurs types : Autoroute existante, Route express existante, Route de grande circulation existante et Route ordinaire.

Une voie de communication peut être dans une zone d'affectation, chevaucher une ou plusieurs zone(s) et toucher une ou plusieurs zone(s). Une zone d'affectation contient, touche ou est chevauchée par un nombre quelconque de voies de communication.

Cette situation topologique est décrite par les types d'association ***dans_1***, ***chevauch_3*** et ***toucher_1***. Si une voie de communication est dans une zone, il ne lui est évidemment pas possible de chevaucher cette zone, ni de chevaucher une ou plusieurs autre(s) zone(s) (exclusion entre ***dans_1.ZONE_AFFECTATION*** (rôle *est dans*) et ***chevauch_3.ZONE_AFFECTATION***). Notons qu'une voie de communication peut se localiser à l'extérieur d'une zone d'affectation.

Les voies de communication terrestre sont disjointes ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE sont disjointes ou se touchent
- ROUTE.Type = Autoroute existante
Route express existante
Route de grande circulation existante
Route ordinaire
- dans_1 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_3 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- toucher_1 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.dans_1.ZONE_AFFECTATION
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_1.ZONE_AFFECTATION
- excl : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.chevauch_3.ZONE_AFFECTATION
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_1.ZONE_AFFECTATION

(3) Représentation des sites classés et des sites archéologiques

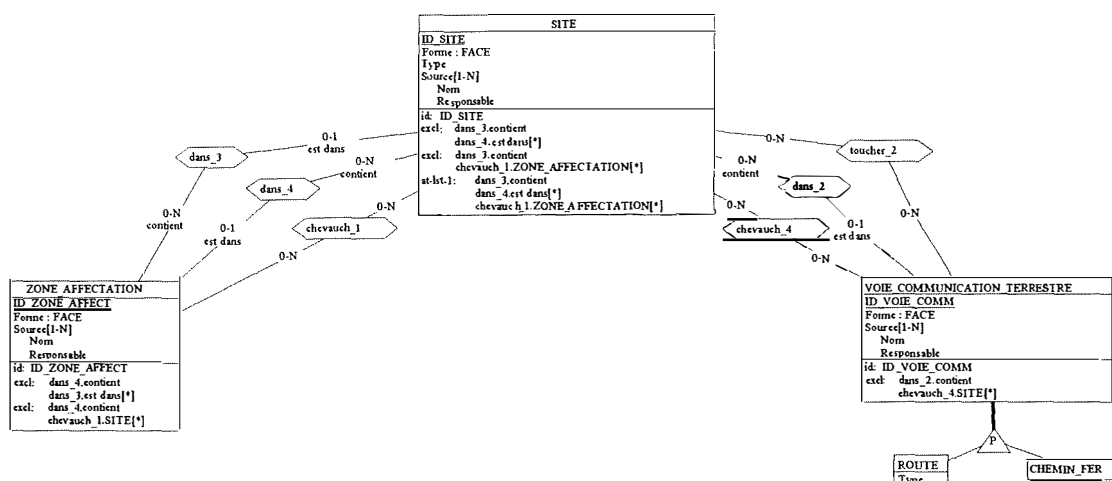
Ces deux types de sites sont dessinés sur un schéma de structure à l'aide d'une face. Ils sont recensés dans diverses sources documentaires. Nous les représenterons par le type d'entité **SITE**, doté des attributs habituels ainsi que de *Type* (élémentaire, obligatoire et monovalué) qui prend les valeurs "Site classé" et "Site archéologique".

Les zones de voies de communication présentent les mêmes relations topologiques avec les sites qu'avec les zones d'affectation.

Un site doit soit être dans une zone d'affectation, soit en contenir et/ou chevaucher une ou plusieurs. Cette situation topologique entre les sites et les zones d'affectation est semblable à celle décrite entre les ensembles d'arbres et les parcelles cadastrales lors de notre étude des plans particuliers d'aménagement.

Les sites sont disjointes ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité SITE sont disjointes ou se touchent
- SITE.Type = Site classé
Site archéologique
- dans_2 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_4 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- toucher_2 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.dans_2.SITE
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_2.SITE
- excl : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.chevauch_4.SITE
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_2.SITE
- dans_3 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_4 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_1 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH

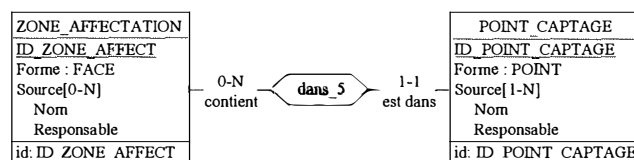
(4) Représentation d'un point de captage

Un point de captage est symbolisé par un point et sa localisation est recensée dans divers documents. Nous pouvons représenter les points de captage par le type d'entité **POINT_CAPTAGE**.

Un point de captage est localisé dans (*dans_5*) une seule (connectivité 1-1) zone d'affectation. Une telle zone contient un nombre quelconque (0-N) de points de captage.

Les points de captage sont disjointes.

Schéma résultant



Contraintes

- Les POINTs des instances du type d'entité POINT_CAPTAGE sont disjointes
- dans_5 : contraintes de la relation topologique DANS

(5) Représentation d'un schéma directeur à prévoir

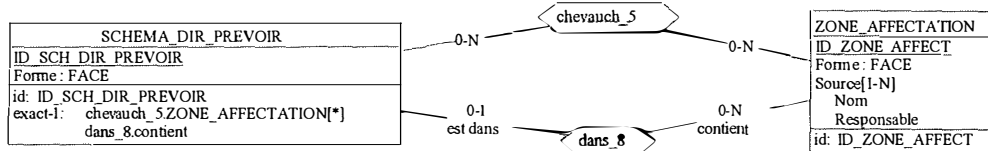
Un schéma directeur à prévoir est dessiné à l'aide d'une face (type d'entité **SCHEMA_DIR_PREVOIR**).

Un tel schéma doit soit être dans une zone d'affectation, soit chevaucher plusieurs zones. Une zone d'affectation contient ou est chevauchée par un nombre quelconque de schémas

directeurs à prévoir. Cette situation topologique par rapport aux zones d'affectation est la même que celle des étangs face aux parcelles cadastrales (voir plan particulier d'aménagement).

Les schémas directeurs à prévoir sont disjoints.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité SCHEMA_DIR_PREVOIR sont disjointes
- dans_8 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_5 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Un SCHEMA_DIR_PREVOIR ne peut pas chevaucher une seule ZONE_AFFECTATION

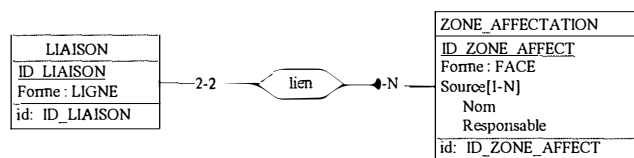
(6) Représentation d'une liaison

Une liaison est symbolisée par une ligne (type d'entité **LIAISON**).

Elle lie (type d'association **lien**) deux zones d'affectation de même type (2-2). Une zone d'affectation n'est pas toujours soumise à une liaison (0-N).

Les liaisons sont disjointes.

Schéma résultant



Contraintes

- Les LIGNEs des instances du type d'entité LIAISON sont disjointes
- Les deux ZONE_AFFECTATION liées par une même LIAISON sont de même sous-type et de même type

(7) Représentation d'une limite communale

Un schéma de structure est élaboré au niveau de la commune. Une limite communale qui est représentée par une face correspond donc à un schéma de structure.

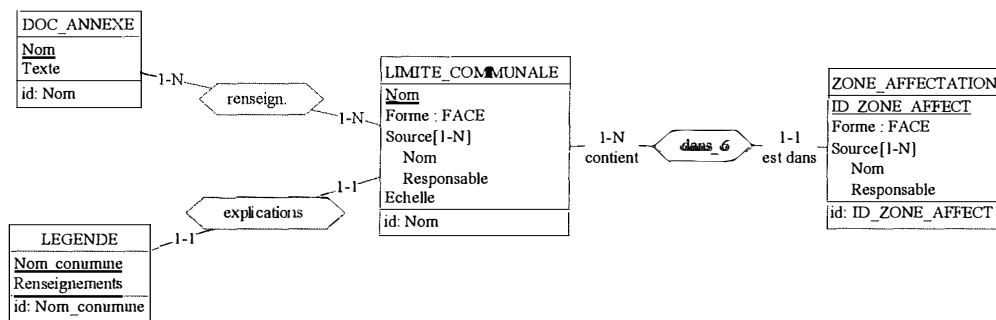
Une limite communale (type d'entité **LIMITE_COMMUNALE**) est identifiée par son nom (**Nom**), est répertoriée dans divers documents et possède une échelle (**Echelle**).

Une limite communale contient (**dans_6**) des zones d'affectation (**1-N**) et une zone d'affectation est dans une seule limite communale (**1-1**).

Les limites communales sont disjointes ou se touchent.

Tout comme les plans particuliers, un schéma de structure est assorti d'une légende (**LEGENDE**) et construit ou documenté à partir de documents annexes (**DOC_ANNEXE**).

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité LIMITE_COMMUNALE sont disjointes ou se touchent
- dans_6 : contraintes de la relation topologique DANS
- Le Nom_commune d'une instance du type d'entité LEGENDE est égal au Nom de l'instance du type d'entité LIMITE_COMMUNALE à laquelle l'instance du type d'entité LEGENDE est liée par le type d'association EXPLICATIONS

(8) Représentation d'une structure urbaine

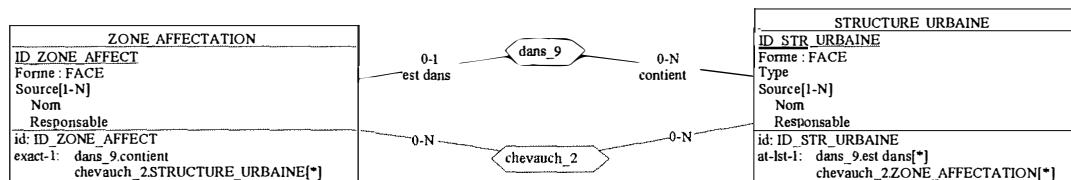
Une structure urbaine (**STRUCTURE_URBAINE**) est dessinée à l'aide d'une face et répertoriée dans plusieurs sources documentaires. Elle prend diverses valeurs (**Type**) : Centre, Première couronne, Deuxième couronne, Alentours ruraux et Alentours résidentiels.

Une structure urbaine contient (**dans_9**, connectivité **0-N**) et chevauche (**chevauch_2**, connectivité **0-N**) un nombre quelconque de zones d'affectation, cependant, au moins un de ces rôles doit être assumé (contrainte de couverture entre dans_9.ZONE_AFFECTATION et

chevauch_2.ZONE_AFFECTATION). Une zone d'affectation doit soit être dans une structure urbaine (**0-1**), soit en chevaucher plusieurs (**0-N**) (contraintes de couverture et d'exclusion entre dans_9.STRUCTURE_URBAINE et chevauch_2.STRUCTURE_URBAINE).

Les structures urbaines sont disjointes ou se touchent.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité STRUCTURE_URBAINE sont disjointes ou se touchent
- STRUCTURE_URBAINE.Type = Centre
Première couronne
Deuxième couronne
Alentours ruraux
Alentours résidentiels
- dans_9 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_2 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Une ZONE_AFFECTATION ne peut pas chevaucher une seule STRUCTURE_URBAINE.

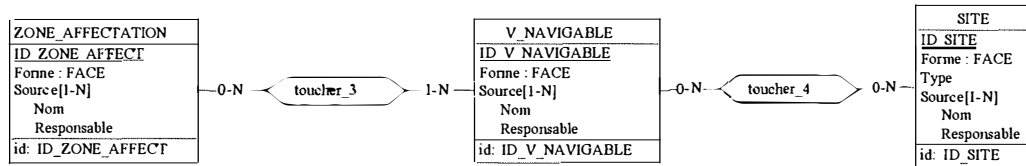
(9) Représentation d'une voie navigable

Une voie navigable (V_NAVIGABLE) est dessinée à l'aide d'une face et répertoriée dans divers documents.

Elle touche une à plusieurs zone(s) d'affectation (*toucher_3*, 1-N) et un nombre quelconque de sites (*toucher_4*, 0-N). Cette dernière caractéristique n'est pas indispensable à la définition d'une voie navigable mais nous l'avons notée car il peut être intéressant de connaître les sites bordés par un cours d'eau. Les zones d'affectation et les sites touchent un nombre quelconque de voies navigables. (connectivités 0-N).

Les voies navigables se touchent ou sont disjointes.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité V_NAVIGABLE sont disjointes ou se touchent
- toucher_3 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- toucher_4 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

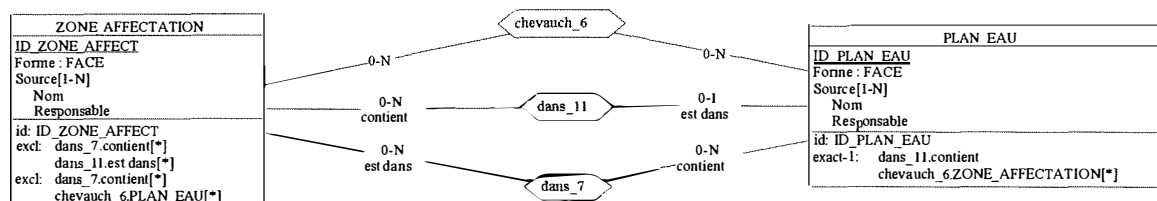
(10) Représentation d'un plan d'eau

Un plan d'eau (**PLAN_EAU**) est représenté par une face et recensé dans divers documents.

Un plan d'eau doit soit être dans (**dans_11**) une zone d'affectation (**0-1**), soit chevaucher (**chevauch_6**) une ou plusieurs zone(s) d'affectation (**0-N**) (contraintes d'exclusion et de couverture entre dans_11.ZONE_AFFECTATION et chevauch_6.ZONE_AFFECTATION). En outre, un plan d'eau peut contenir (**dans_7**) un nombre quelconque (**0-N**) de zones d'affectation (îles). Une zone d'affectation peut être dans un plan d'eau, en contenir un nombre quelconque et en chevaucher un nombre quelconque. Cependant, si une zone d'affectation est dans un plan d'eau, elle ne peut ni en contenir, ni chevaucher ce plan d'eau ou un ou plusieurs autre(s) plan(s) d'eau (exclusions entre dans_7.PLAN_EAU et chevauch_6.PLAN_EAU ainsi qu'entre dans_7.PLAN_EAU et dans_11.PLAN_EAU).

Les plans d'eau sont disjointes.

Schéma résultant



Contraintes

- Les FACES des instances du type d'entité PLAN_EAU sont disjointes
- dans_11 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_7 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_6 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH

(11) Représentation des lignes électriques, des canalisations et des noms de commune

Les lignes électriques et les canalisations sont symbolisées par des lignes et répertoriées dans différents documents. Les lignes électriques font partie d'une situation existante ou d'un projet. Nous représenterons ces éléments par deux types d'entité : **LIGNE_ELECTRIQUE** et **CANALISATION**.

Les lignes électriques et les canalisations peuvent se localiser partout sur le territoire. Nous ne noterons pas de relations topologiques entre ces deux éléments et les autres objets géographiques.

Les lignes électriques sont disjointes ou se touchent . Il en est de même pour les canalisations.

A la lecture d'un schéma de structure, on observe la présence des noms des anciennes communes. Ils seront représentés par le type d'entité **ANC_COMMUNE** qui est identifié par l'attribut *Nom*.

Schéma résultant.

LIGNE_ELECTRIQUE	CANALISATION	ANC_COMMUNE
ID_LIG_ELECTR	ID_CANALIS	Nom
Forme : LIGNE	Forme : LIGNE	id:Nom
Existence	Source[1-N]	
Source[1-N]	Nom	
Nom	Responsable	
Responsable	id: ID_CANALIS	
id: ID_LIG_ELECTR		

Contraintes

- Les LIGNEs des instances du type d'entité LIGNE_ELECTRIQUE sont disjointes ou se touchent
- Les LIGNEs des instances du type d'entité CANALISATION sont disjointes ou se touchent

4.3. Document de validation du schéma conceptuel

Comme pour les plans particuliers d'aménagement, un texte permettant la validation du schéma conceptuel du schéma de structure a été produit (annexe 4). Le schéma conceptuel complet du schéma de structure ainsi que les contraintes d'intégrité se trouvent également en annexe 4.

5. Conclusion

Nous avons élaboré les schémas conceptuels de deux documents cartographiques à l'aide du formalisme entité-association utilisé dans DB-Main. Nous avons, notamment, noté dans ce schéma les relations topologiques utiles pour garantir la cohérence de la base de données.

Lors de cette analyse, nous avons représenté à l'aide de types d'entité, des objets géographiques sémantiques (parcelle, bâtiment...) mais également des objets qui apparaissent sur la carte mais qui ne correspondent pas à des concepts géographiques réels (ligne dessinée pour délimiter un bloc de bâtiments ayant le même nombre d'étages, nom d'une ancienne commune noté sur la carte). On peut se demander si les objets de ce dernier type doivent être notés dans le schéma conceptuel ou s'ils sont gérés à un niveau graphique par le SIG. Il serait intéressant de déterminer s'ils doivent être modélisés et à quel niveau.

Conclusion

Problème à résoudre

L'objectif de ce travail était de réaliser les schémas conceptuels de documents cartographiques à l'aide du formalisme entité-association de l'AGL DB-Main. Ces schémas sont spécifiques par rapport aux schémas conceptuels traditionnels (sans modélisation de la référence spatiale) car ils doivent modéliser la forme et la localisation des objets géographiques ainsi que les relations spatiales qui existent entre ceux-ci. Il s'agissait donc de discuter la manière de représenter les données spatiales avec le formalisme entité-association.

Les documents à modéliser, en vue de leur future informatisation, étaient les plans particuliers d'aménagement et le schéma de structure produits par le Service d'Aménagement du Territoire de la Ville de Namur.

Démarche réalisée

Nous avons commencé (chapitre I) par décrire les problèmes relatifs au traitement manuel des cartes rencontrés par le Service d'Aménagement du Territoire. Nous avons noté que l'informatisation de ces documents à l'aide d'un SIG permettrait de contourner ces difficultés.

Nous avons ensuite (chapitre II) défini ce qu'est un SIG. Il est apparu qu'il existe un grand nombre de définitions, parfois contradictoires, d'un SIG. Cependant, elles proclament toutes que les SIG ont pour mission de gérer des données géographiques. Celles-ci ont la particularité d'être localisées. Elles possèdent donc une composante spatiale qui définit la forme et la localisation des objets géographiques qu'elles représentent, ainsi qu'une composante thématique qui décrit ces objets. La gestion des données spatiales est difficilement réalisable à l'aide de SGBD relationnels classiques car les langages d'interrogation qu'ils utilisent ne sont pas adaptés aux requêtes spatiales. Il est nécessaire d'utiliser des techniques de géométrie algorithmique et de recherche opérationnelle pour pouvoir répondre à ce type de requête.

Les formalismes traditionnels (sans référence spatiale) sont souvent incomplets pour modéliser des données à référence spatiale. Pour répondre à ce problème, plusieurs formalismes adaptés à la structuration de données à référence spatiale ont été développés. Nous avons décrit l'un d'entre eux, MODUL-R, et intégré certains de ses apports au formalisme entité-association de DB-Main (chapitre III).

La topologie permet de repérer les positions relatives entre les objets géographiques et d'exprimer des relations spatiales. Il est judicieux de noter des relations topologiques dans le schéma conceptuel d'un document cartographique pour deux raisons. Tout d'abord, l'enregistrement de relations topologiques permet de répondre plus rapidement à certaines requêtes spatiales. Ensuite, les contraintes d'intégrité relatives à la position des objets entre eux peuvent être exprimées à l'aide de relations topologiques. Elles pourraient être exprimées en terme de position absolue mais cette façon de procéder serait peu lisible.

Après avoir défini des relations topologiques permettant d'exprimer toutes les situations topologiques existantes entre des formes connexes, nous avons tenté de définir les relations topologiques qu'il faut inscrire dans le schéma conceptuel d'une carte (chapitre IV).

Nous avons enfin élaboré les schémas conceptuels de deux documents cartographiques, à savoir les plans particuliers d'aménagement et les schémas de structure. Signalons que l'observation de cartes ne suffit pas pour déduire les règles topologiques entre les différents objets géographiques. Une situation topologique entre deux entités géographiques peut ne jamais apparaître sur les cartes mais être tout à fait acceptable. La lecture des documents cartographiques doit donc être accompagnée de discussions avec leurs auteurs ou avec des spécialistes. Notons également que les requêtes spatiales qui seront réalisées par les utilisateurs des cartes sont difficilement prévisibles.

Résultats obtenus et perspectives

Lorsqu'on réalise le schéma conceptuel d'un document cartographique, deux problèmes spécifiques se posent :

1. Comment modéliser la forme et la localisation des objets géographiques?
2. Quelles relations topologiques entre les objets géographiques faut-il représenter?

1. Modélisation de la forme et de la localisation des objets géographiques

La modélisation des données géographiques a été réalisée selon une approche orientée-objet. Celle-ci apparaît bénéfique car elle permet de manipuler des objets complexes de haut niveau grâce aux types abstraits de données, plutôt que des primitives graphiques de bas niveau. Cette approche est d'ailleurs très prisée par les auteurs de formalismes adaptés à la modélisation de données à référence spatiale.

L'approche orientée-objet nous a amenés à élaborer le schéma conceptuel d'une carte à l'aide de deux sous-schémas :

- un sous-schéma (modèle physique) composé des données du problème et de leur relations sémantiques et topologiques
- un sous-schéma composé d'un modèle graphique qui représente la symbologie des objets géographiques, et d'un modèle géométrique qui représente la forme et la localisation des objets géographiques.

Le second sous-schéma pourrait être affiné afin qu'il puisse y être indiqué à quel type d'entité géographique correspond chaque symbologie. Par exemple, un point vert représente un arbre, une trame jaune symbolise une zone agricole,...

2. Relations topologiques à représenter

Les cinq relations topologiques, définies par Clementini, que nous avons adoptées ont l'avantage d'être peu nombreuses et de permettre de décrire toutes les situations topologiques existantes entre des formes connexes. Certains auteurs définissent un plus grand nombre de relations topologiques. Un grand nombre de relations serait difficilement gérable lors de l'analyse conceptuelle d'une carte.

Les formes des objets géographiques que nous avons rencontrés sur les cartes analysées ne sont pas toujours connexes. Les relations topologiques utilisées n'étaient donc pas toujours bien adaptées. Il faudrait faire usage d'un ensemble de relations topologiques permettant de modéliser toutes les situations topologiques entre des formes connexes et des formes non connexes.

Nous avons tenté de définir s'il fallait représenter, dans un schéma conceptuel, toutes les relations topologiques possibles entre deux objets géographiques. Nous avons observé que certaines relations devaient être mentionnées afin de garantir la cohérence de la future base de données géographiques. Par contre, d'autres relations peuvent être inférées à partir de relations déjà présentes et ne doivent pas obligatoirement être notées. Il serait intéressant de poursuivre cette étude afin de gérer la redondance de l'information topologique. Il serait également intéressant, lors de la création d'un schéma conceptuel, de pouvoir déterminer si l'introduction d'une nouvelle relation topologique est "compatible" avec les relations topologiques déjà présentes.

Pour terminer, notons que lors de l'élaboration des schémas conceptuels, nous avons représenté à l'aide de types d'entité, des objets géographiques sémantiques (arbre, ruisseau,...)

mais également des objets qui apparaissent sur la carte mais qui ne correspondent pas à des concepts géographiques réels (ligne dessinée pour délimiter un bloc de bâtiments ayant le même nombre d'étages). Il convient de se demander si les objets de ce dernier type doivent être notés dans le schéma conceptuel. On pourrait envisager de réaliser un schéma conceptuel qui modélise les données géographiques sémantiques et un autre qui modélise la représentation des objets géographiques sur la carte.

Bibliographie

- [Alb 94] AL BOUAZZAOUI A., DROUET D'AUBIGNY G., GRAS S., TASSART G., *Agrégation et modélisation objet dans les SIG*, Revue internationale de géomatique, pp. 337-352, Volume 4 - n°3-4/1994.
- [Aro 89] ARONOFF S., *Geographic information systems : a management perspective*, WDL Publications, Ottawa, Canada, 1989.
- [Bau 94] BAUZER MEDEIROS C., PIRES F., *Databases for GIS*, SIGMOD RECORD, Vol.23 ,No. 1, March 1994.
- [Bed 92] BEDARD Y., LARRIVEE S., *Les ateliers de génie logiciel et le développement de SIRS*, Journal de l'Association Canadienne des Sciences Géomatiques, 1992.
- [Bod 93] BODART F., PIGNEUR Y., *Conception assistée des systèmes d'information - méthode - modèles - outils*, Méthodes Informatiques et Pratique des Systèmes, Masson, 1993.
- [Car 93] CARON C., BEDARD Y., GAGNON P., *MODUL-R : un formalisme individuel adapté pour les SIRS*, Revue de géomatique, Volume 3 - n°3/1993.
- [Cle 93] CLEMENTINI E., DI FELICE P., VAN OOSTEROM P., *A Small Set of Formal Topological Relationships Suitable for End-User Interaction*, Proc. of the Third Int. Symposium on Advances in Spatial Databases, SSD'93, Lecture Note in Computer Science, Springer-Verlag, Singapore, N°692, pp. 277-295, June 1993.
- [Cow 88] COWEN D.J., *GIS versus CAD versus DBMS : What are the differences?*, Association of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol.54, n°11, pp.1551-5, 1988.
- [Dav 93] DAVID B., RAYNAL L., SCHORTER G., MANSART V., *GéO2 : modélisation objet de données géographiques*, Revue de géomatique, Volume 3 - n°3/1993.
- [Don 92] DONNAY J.-P., *Les systèmes d'information géographique*, Communication présentée au séminaire "Les systèmes d'information géographique dans l'administration publique", organisé par le Ministère de l'Aménagement du Territoire du Grand-Duché de Luxembourg et l'Institut Européen d'Administration Publique (IEAP), Luxembourg, 11-12 Novembre, 1992.

- [Ger 96] GERON J.M, *Contribution à l'élaboration d'une sémantique formelle pour CONGOO*, Mémoire de licence et maîtrise en informatique, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, inédit.
- [Had 91] HADZILACOS T., TRYFONA N., *A Conceptual Schema for Geographic Databases*, EGIS'91 Second European Conference Geographical Information Systems, Brussels, Belgium, pp.397-405, avril 1991.
- [Had 92] HADZILACOS T., TRYFONA N., *A Model for Expressing Topological Integrity Constraints in Geographic Databases*, Proc. of the Int. Conference GIS on Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Pisa(Italy), N°639, pp. 252-268, September 1992.
- [Hai 94] HAINAUT J.L., *Conception base de données matière approfondie*, Notes de cours, Institut d'Informatique, Namur, 1994.
- [Hai 95] HAINAUT J.L., DB-Main Tutorial, Volume 1 - Introduction to Database Design, Facultés Universitaires de Namur, 1995.
- [Hub 94] HUBERT A., *Développement d'une structure de données dédiées à la généralisation cartographique, Implémentation sous STAR-Carto*, Mémoire d'ingénieur civil electricien (informatique), Université de Liège, inédit.
- [Jat 93] JATON A., BEDARD Y., *La géomatique, une industrie en restructuration : l'exemple du Québec et du canada*, Compte rendu des actes du Séminaire SIT-93, 26 Mars, Lausanne, pp. 63-74, 1993.
- [Lar 93] LARUE T., PASTRE D., VIEMONT Y., *Strong Integration of Spatial Domains and Operators in a Relational Database System*, Proc. of Third Int. Symposium on Advances in Spatial Databases, SSD'93, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Singapore, N°692, pp.53-72, June 1993.
- [Lau 93] LAURINI R., MILLERET-RAFFORT F., *Les bases de données en géomatique*, Editions Hermès, Paris, 1993.
- [Lip 86] LIPECK U., NEUMANN K., *Modelling and manipulating objects in geoscientific databases*, Stefano Spaccapichia Edition, 1986.
- [Min 89] MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, *Le milieu naturel, quelle place dans l'aménagement du territoire communal?*, Réalisation GIREA, 1989.

- [Min 91] MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, *Le régime de décentralisation, Concept - Mise en oeuvre*, Gilly, 1991.
- [Min 91] MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, *Le règlement communal d'urbanisme, Concept - Contenu - Procédures*, Fleurus, 1990.
- [Pag 93] PAGEAU J., BEDARD Y., GAGNON P., *Notes de cours sur MODUL-R version 2.0*, Centre de recherche en géomatique, Université de Laval, 1993.
- [Pag 93a] PAGEAU J., SANTERRE N., BEDART Y., *Introduction aux bases de données spatiales. Manuel de l'étudiant*, Notes de cours produites par le Centre de recherche en géomatique de l'Université Laval pour Energie, Mines et Ressources Canada, Leçon 4, pp.73-99, 1993.
- [Pan 94a] PANTAZIS D., *La méthode de conception de S.I.G. ME.CO.S.I.G. et le formalisme CON.G.O.O. (conception géographique orientée objet)*, Proc of fifth European Conference on Geographical Information Systems, EGIS/MARI 94, Paris, France, avril 1994.
- [Pan 94] Pantazis D., *Analyse méthodologique des phases de conception et de développement d'un système d'information géographique*, Thèse de doctorat, Liège, 1994.
- [Par 95] PAREDAENS J., *Spatial Databases, The final Frontier*, Database Theory ICDT'95, 5th International Conference Prague, Czech Republic, January 1995.
- [Por 93] PORNON H., *Quelques réflexions sur la difficulté d'utiliser MERISE pour la modélisation des bases de données géographiques*, Revue de géomatique, Vol. 3, N°3, pp. 245-255, 1993.
- [Rou 91] ROUET M., *Les données dans les systèmes d'information géographique*, Hermes, Paris, 1991.
- [Smi 87] SMITH T., PEUQUET D., MENON S., AGRAWAL P., *KBGIS-2 : a knowledge-based geographical information system*, Int. J. Geographical information Systems, Vol. 1, 149-172, 1987.
- [Tan 95] TANZI T., UBEDA T., *Contrôle topologique de la cohérence dans les bases de données géographiques : application aux réseaux*, Revue de géomatique, Vol. 5, N°2, pp. 131-155, 1995.

- [Thi 90] THIERNESSE L., *Eduquer à l'aménagement du territoire*, Ministère de la Région Wallonne, pp.18-46, 1990.
- [Wor 90] WORBOYS F., HEARNshaw H., MAGUIRE D., *Object-oriented data modelling for spatial databases*, Int. J. Geographical information systems, Vol. 4, No 4, 369-383, 1990.

ANNEXES

Annexe 1

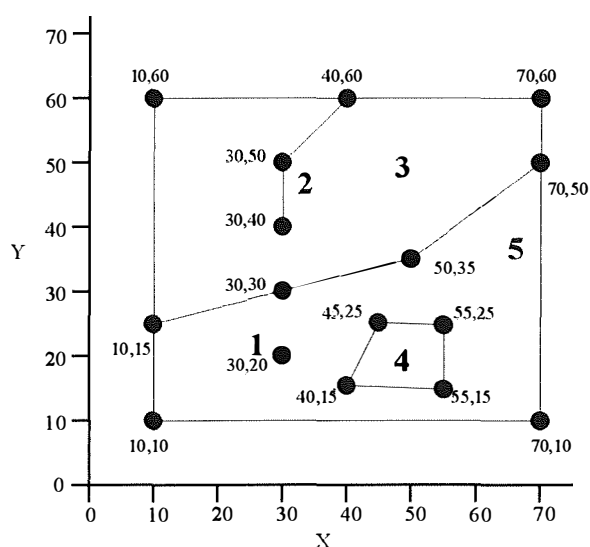
Modèle vecteur

Il existe plusieurs types de modèles vecteurs. Nous allons décrire deux d'entre eux : le modèle spaghetti et le modèle topologique.

1. Modèle spaghetti

Dans ce modèle, le document cartographique analysé est décrit ligne par ligne, à l'aide d'une liste de coordonnées XY.

Un **point** est désigné par un simple couple de coordonnées XY, et une **ligne** par une liste de couples de coordonnées XY. Une **surface** est représentée par un polygone dont on enregistre la frontière (ligne fermée). Lorsque deux polygones partagent une frontière commune, celle-ci est stockée deux fois dans la B.D. (une fois pour chaque polygone) (voir figure 1.1).



STRUCTURE DE DONNEES

OBJET	NUMERO	COORDONNEES
Point	1	30,20
Ligne	2	30,40 30,50 40,60
Polygone	3	10,15 10,60 40,60 70,60 70,50 50,35 30,30 10,15
Polygone	4	40,15 40,25 55,25 55,15
Polygone	5	10,10 10,15 30,30 50,35 70,50 70,10 10,10

Figure 1.1 : Exemple de modèle spaghetti (d'après [Aro 89])

En enregistrant les données spatiales de cette manière, on obtient un fichier comportant une collection de coordonnées sans structure apparente, d'où le terme modèle spaghetti.

Cette structure de données a l'avantage d'être simple et aisée à comprendre. Elle est efficace pour la reproduction de cartes de façon numérique. Cependant, elle est sujette à de nombreuses redondances (une frontière commune à deux polygones est enregistrée plusieurs fois). De plus, dans ce modèle, les relations spatiales entre objets ne sont pas encodées. Par exemple, on ne note pas les objets adjacents à un polygone. Ce modèle est donc inefficace dans le cas de certaines analyses spatiales car toutes les relations spatiales doivent être dérivées par des calculs très coûteux en temps.

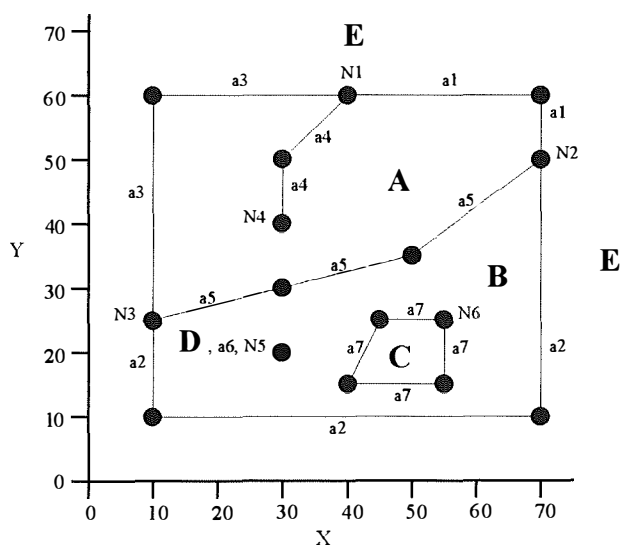
2. Modèle topologique

Le modèle topologique est le modèle le plus couramment appliqué pour encoder les relations spatiales dans un SIG. La topologie est une méthode mathématique utilisée pour définir les relations spatiales. Nous allons présenter ici le modèle topologique Arc-Noeud (voir figure 1.2). Il est basé sur trois primitives : l'arc, le noeud et le polygone.

Un **arc** est défini comme une suite de points qui commence et termine par un noeud.

Un **noeud** est un point d'intersection entre deux ou plusieurs arcs. Il peut aussi se trouver à l'extrémité d'un arc qui n'est pas connecté à un autre arc ou d'un arc en "cul-de-sac" (une des extrémités de l'arc n'appartient pas à un autre arc). Un noeud peut également être isolé. Il correspond alors à un point.

Un **polygone** est délimité par une chaîne d'arcs fermée.



STRUCTURE DE DONNEES

TOPOLOGIE DES POLYGONES	
POLYGONE	ARCS
A	a1, a5, a3
B	a2, a5, 0, a6, 0, a7
C	a7
D	a6
E	zone en dehors de la carte

TOPOLOGIE DES NOEUDS	
NOEUD	ARCS
N1	a1, a3, a4
N2	a1, a2, a5
N3	a2, a3, a5
N4	a4
N5	a6
N6	a7

TOPOLOGIE DES ARCS				
ARC	NOEUD DEPART	NOEUD ARRIVEE	POLYGONE GAUCHE	POLYGONE DROIT
a1	N1	N2	E	A
a2	N2	N3	E	B
a3	N3	N1	E	A
a4	N4	N1	A	A
a5	N3	N2	A	B
a6	N5	N5	B	B
a7	N6	N6	B	C

COORDONNEES DES ARCS			
ARC	DEPART	INTERMEDIAIRE	ARRIVEE
a1	40,60	70,60	70,50
a2	70,50	70,10 10,10	10,25
a3	10,25	10,60	40,60
a4	30,40	30,50	40,60
a5	10,25	30,30 50,35	70,50
a6	30,20		30,20
a7	55,25	55,15 40,15 45,25	55,25

Figure 1.2 : Exemple de modèle topologique (d'après [Aro 89])

La topologie est enregistrée dans trois tables de données correspondant aux primitives précitées. Les coordonnées sont stockées dans une quatrième table.

La **table de topologie des polygones** contient la liste des arcs composant la frontière de chaque polygone. Par convention, les polygones sont parcourus dans le sens des aiguilles d'une montre. Par exemple, le polygone *A* est formé des arcs *a1*, *a5* et *a3*.

Un polygone peut contenir des îles. Dans notre exemple, le polygone *C* est une île appartenant au polygone *B*. Dans la liste des arcs formant le polygone *B*, un zéro précède les arcs qui composent une île. Un point isolé est considéré comme un polygone sans surface.

Signalons que la zone extérieure à l'espace recouvert par la carte doit pouvoir être référencée. Nous la désignerons par le polygone *E*.

Dans la **table de topologie des noeuds**, on cite les arcs auxquels chaque noeud appartient. Par exemple, *N2* est une extrémité des arcs *a1*, *a2* et *a5*. Le noeud *N5* qui est un point isolé est aussi défini comme l'arc *a6* et le polygone *D*.

La **table de topologie des arcs** définit les relations entre les noeuds et les arcs, ainsi qu'entre les polygones et les arcs.

Pour chaque arc, on cite ses noeuds de début et de fin ainsi que les polygones qu'il délimite à sa gauche et à sa droite. Par exemple, l'arc *a5* possède *N3* comme noeud de départ et *N2* comme noeud d'arrivée. Lorsqu'on se déplace de *N3* vers *N2*, le polygone situé à droite de l'arc est le polygone *B* et celui localisé à gauche est le *A*.

A partir de ces trois tables de topologie, des analyses concernant la position relative des éléments sur la carte peuvent être réalisées. Par exemple, il est possible de rechercher tous les polygones adjacents au polygone *B* en consultant la table de topologie des arcs. En effet, les polygones associés à *B* dans cette table lui sont contigus car ils partagent un arc en commun. Ici, *A* et *B* possèdent l'arc *a5* comme frontière commune. Il est également envisageable de rechercher tous les objets contenus dans un polygone en répertoriant dans la table de topologie des polygones, tous les arcs suivant la valeur 0. Ces arcs pourront ensuite être identifiés grâce à la table de topologie des arcs. On verra par exemple que l'arc *a6* contenu dans le polygone *B* est un point isolé car il ne possède qu'un seul noeud et délimite le même polygone à sa gauche et à sa droite. L'arc *a7*, localisé également dans le polygone *B*, est un polygone puisqu'il n'a qu'un noeud et que les polygones qu'il borde à gauche et à droite sont différents.

Le modèle Arc-Noeud permet donc de résoudre des requêtes spatiales plus rapidement que par des calculs, comme c'est le cas pour le modèle spaghetti.

Afin de lier les objets répertoriés au monde réel, les coordonnées des noeuds et des points intermédiaires constituant chaque arc sont notées dans la table de coordonnées des arcs. Un arc est formé d'un ou plusieurs segments de droite.

Le modèle topologique a l'avantage de permettre la réalisation d'analyses spatiales sans utiliser les coordonnées des objets spatiaux. Des calculs très coûteux en temps sont ainsi évités.

Mais tout point positif a ses revers, et lors de la création d'une nouvelle carte ou de la modification d'un document cartographique existant, une mise à jour de la topologie s'impose. Ce processus de mise à jour prend relativement beaucoup de temps.

ANNEXE 2

Extraits de documents cartographiques

Extrait d'un plan particulier d'aménagement (Echelle : 1/1000)



Légende des plans particuliers d'aménagement

SITUATION EXISTANTE	DESTINATION	DESCRIPTION	Ep. trait
		Limite de la commune	Ø 1,5 mm
		Limite du plan particulier	1,6
		de l'avenant	1,0
		Limite de parcelle cadastrale	0,25
		Borne	
		Arrêt d'autobus	0,25
		Mur de clôture	0,25
		enceinte	
		Mur de soutènement (trait fort coté soutenu)	0,25
		Haie	0,25
		Talus	0,25
		Rocher	0,25
		Courbe de niveau	0,25
		Chemin de fer	0,25
		Arbres	0,25
		Bois	0,25
		Sapins	0,25
		Vergers	0,25
		Etang	0,25
		Ruisseau	0,25

SITUATION EXISTANTE	DESTINATION	DESCRIPTION	Ep. trait
		Bâtiment privé en bon état	0,35
		Bâtiment à destination publique (école, clinique, cabine électrique...)	0,35
		Eglise, chapelle	0,35
		Bâtiment repris dans le Patrimoine Monumental	0,35
		Bâtiment de valeur architecturale	0,35
		Immeuble de valeur	0,25
		Monument classé (Arrêté Royal)	0,50
		Façade classée (A.R.)	0,50
	(vert bronzé 657)	Arbres remarquables	
		Taudis	0,35
		Construction inachevée	0,35
		Bâtiment en ruine	0,35
		Garage, atelier, commerce, entrepôt	0,35
		Etable, hangar agricole, hall industriel	0,35
		Bâtiment à démolir (pointillé sur le périmètre du bâtiment)	0,35
		Nombre d'étages	0,25
		REMARQUES: Hachures parallèles au Nord espacement 1mm pour l'usage et quadrillage.	0,10
		Ne plus hachurer des bâtiments Trait fort continu sur le périmètre du bâtiment	0,35
		ANCIENNE PRESENTATION	
		NOUVELLE PRESENTATION	















COULEUR	DESTINATION	DESCRIPTION
VERT		Alignement existant maintenu (date de l'A.R. le long de l'alignement)
BLEU		Alignement supprimé (date de l'A.R. le long de l'alignement)
ROUGE		Alignement nouveau
	Ep. trait	
	0,50	Alignement
	0,50	Limite de zone d'atténuation
	0,50	Front de bâtisse obligatoire sur alignement
	0,50	Front de bâtisse obligatoire
	0,50	Limite extrême des bâtiments principaux
	0,50	Limite extrême des annexes
		Lorssement approuvé (inscrire date d'approbation)









COULEUR	SITUATION EXISTANTE	DESTINATION	DESCRIPTION
vert pastel 666 gris froid 717 dilué			Autoroute avec accotement
jaune clair 201			Accès au parking souterrain
			Limites du parking souterrain
			Halles ouvertes à destination du marché
			Passage piétonnier semi-public
jaune pastel 226			Eplacements de parking à créer
jaune clair 201 ocre jaune 227 jaune pastel 226 ocre jaune 227 dilué			Voie avec trottoir
jaune clair 201 vert pastel 666			Voie avec accotement
jaune clair 201 rouge (craie) hachuré			Voie résidentielle
ocre jaune 227 vert pastel 666			Chemin, sentier avec accotement
ocre jaune 227 idem 227 dilué			Chemin, sentier, piétonnier
ocre jaune 227 rouge (craie) hachuré			Chemin, sentier, halage
ocre jaune 227 idem 227 dilué			Escalier





COULEUR	SITUATION EXISTANTE	DESTINATION	DESCRIPTION
jaune clair 201			Zone de voirie
jaune pastel 226			Zone de voirie à créer
ocre jaune 227			Zone de sentier, de trottoir et de place publique
ocre jaune 227 dilué			Zone de sentier, de trottoir et de place publique à créer
jaune clair 201 jaune pastel 226			Parking à front de rue
ocre jaune 227 idem 227 dilué			Aire de stationnement
vert pastel 666			Parterre public, accotement, pelouse (voirie)

COULEUR	DESTINATION	DESCRIPTION
vermillon 311		Zone d'habitation contiguë
gris froid 717 dilué		Zone de constructions contiguës
vermillon 311 gris froid 717 dilué } hachurés		Zone de constructions contiguës mixtes
vermillon 311 noir fin hachuré oblique		Zone réserve à un hôtel
vermillon 311		Forture terrasse
land blanc vermillon 311 bleu de prusse 508 dilué } hachurés		Zone de constructions groupées et de bureaux
rose clair 361		Zone d'habitation semi-ouverte
orange clair 236		Zone d'habitation ouverte
rouge (marqueur) hachuré		Zone d'habitation dispersée
jaune foncé 202		Zone d'immeubles à appartements
ocre foncée 407 dilué		Zone commerciale
ton de la zone correspondante dilué		Zone d'annexes sans étage (derrière 1 zone d'habitation)
sépia 416 dilué		Zone de garages groupés
rouge fin hachuré oblique (marqueur)		Zone d'implantation libre
bleu de prusse 508 dilué vermillon 311		Zone de bâtiment public à habitat aux étages

COULEUR	DESTINATION	DESCRIPTION
violet rougeâtre 545 dilué		Zone industrielle
violet pastel 579		Zone artisanale ou de petite industrie
bleu de prusse 508 dilué (trait bleu)		Zone à destination publique continu sur le périmètre de la zone
bleu de prusse 508 dilué		Zone de bâtiment public
outremer clair 505 dilué		Zone de bâtiment public avec toit plat autorisé
bleu de prusse 508 ocre jaune 227 dilué } hachurés		Zone de bâtiment de liaison
bleu de prusse 508 dilué		Zone de bâtiment public avec commerces sous arcades
rouge (marqueur) contour		Limite des zones affectées à la construction H. S.
violet pastel 579 rouge hachuré		Zone artisanale avec possibilité d'habitat

COULEUR	DESTINATION	DESCRIPTION
jaune clair 201 } hachurés vert 600		Zone de parking couvert
vert pastel 555 trait vert continu sur le périmètre de la zone quadrillée (vert crayon)		Zone de plans de jeux, terrain de sport (public)
vert 600 dilué		Zone de parc
vert 600 dilué trait vert (marqueur lin) continu sur le périmètre de la zone		Zone de parc privé
vert 600 dilué vert (marqueur) hachuré		Zone de parc public
REMARQUES — avec ou sans arbres selon le cas		
vert pastel 555		Zone d'espace vert
vert 600		Zone de forêt
vert clair 601		Zone de cours et jardins
vert clair 501 rouge (crayon) hachuré		Zone de cours et jardins non-aédificandi
vert clair 601 } hachurés ocre foncé 407 dilué		Zone de cours et jardins avec extension commerciale
vert clair 601 violet (crayon) hachuré		Zone de cours et jardins avec ateliers
vert clair 501 orange (crayon) hachuré		Zone d'extension de l'Auberge Jeunesse
vert clair 601 } hachurés ocre jaune 227		Zone d'accès privé
vert clair 601 } hachurés gris froid 717 dilué		Zone de toiture - jardin

COULEUR	DESTINATION	DESCRIPTION
vert 600 violet (roug. 545) hachurés dilué		Parc industriel
vert printemps 555		Zone agricole
vert bronzé 557 dilué ou non		Zone de bois forestière, tampon
gris 717 dilué } hachurés vert clair 601		Zone réservée à l'extension du cimetière
vert pastel 555 } hachurés jaune clair 201		Zone de parking et plantations
vert clair 601 } hachurés jaune clair 201		Zone de cours et jardins sur parking souterrain
vert 600 dilué rouge continu sur le périmètre de la zone		Zone de parc résidentiel
violet pastel 579 } hachurés vert bronzé 657		Zone d'extension

COULEUR	DESTINATION	DESCRIPTION
gris froid 717 dilué		Zone de cimetière
gris chaud 718 dilué		Zone de chemin de fer
bleu pastel 580		Voie navigable
ocre jaune 227 dilué bleu pastel 580		Mur de quai - voie navigable

Extrait du schéma de structure (Echelle : 1/20000)



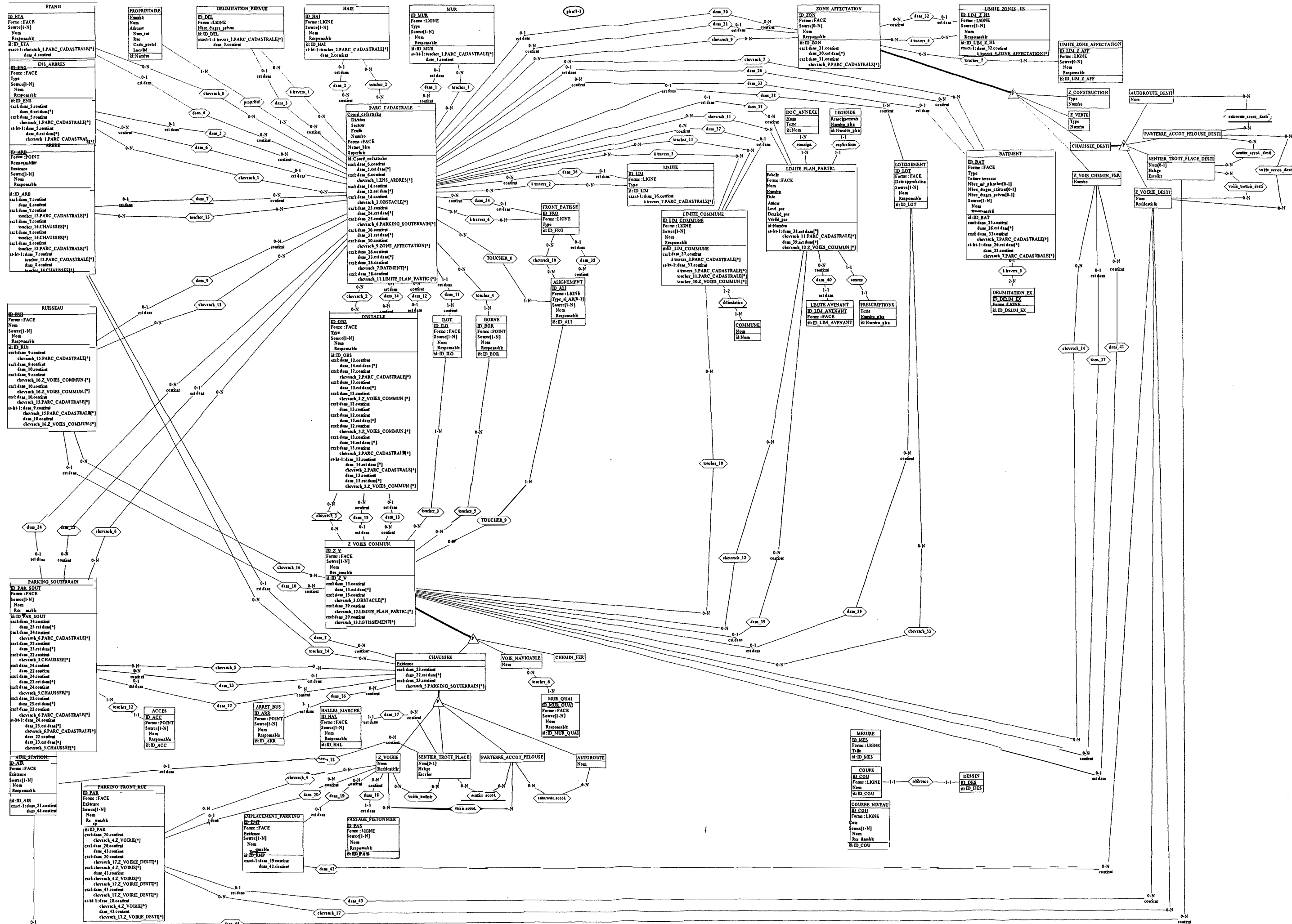
LEGENDE

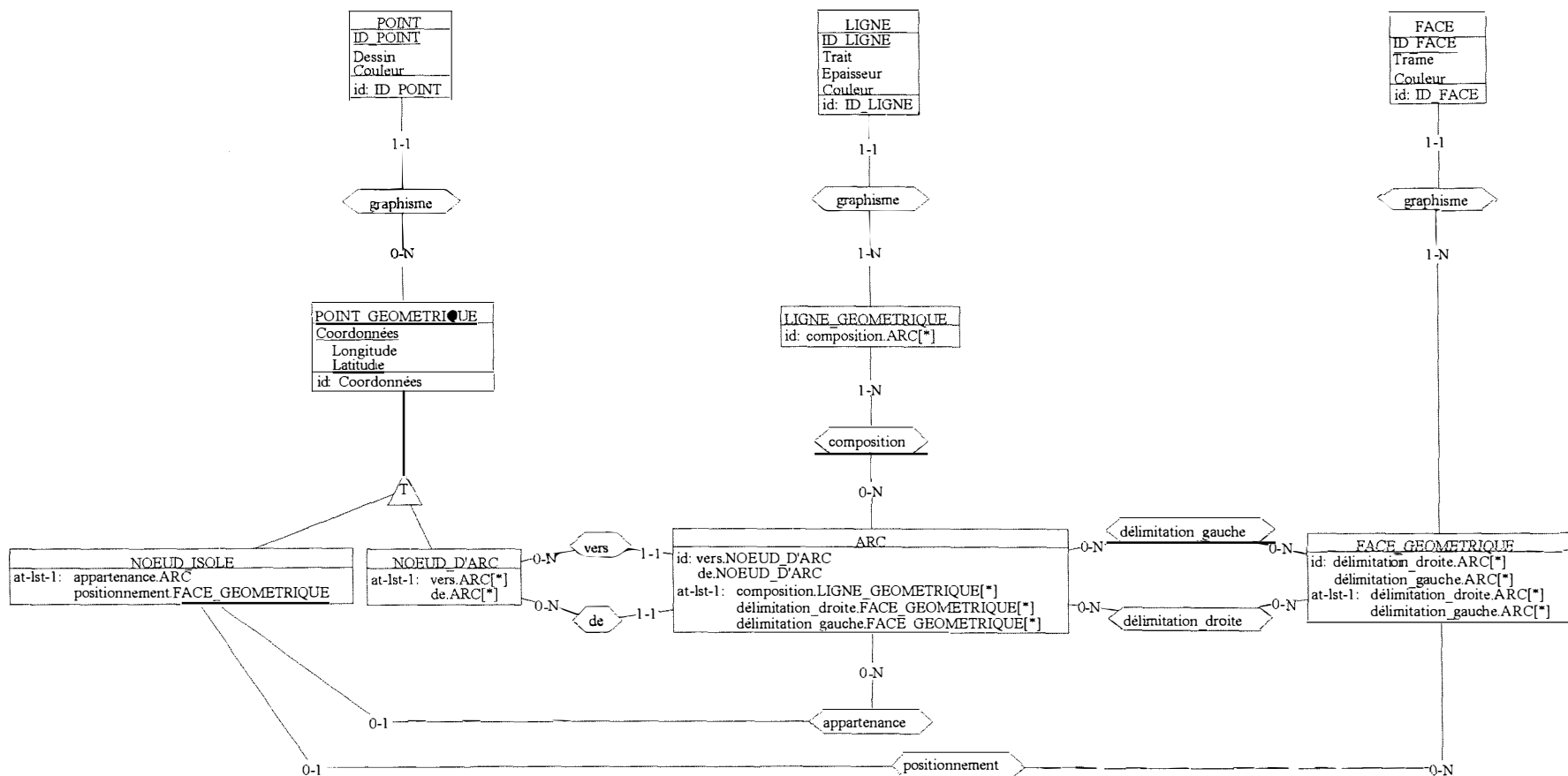
	ZONES MIXTES		ZONES D'EXTRACTION
	ZONES MIXTES D'HABITAT (PREMIERE COURONNE)		EXTENSION DES ZONES D'EXTRACTION
	ZONES DE LOGEMENT ET D'HABITAT (SECONDE COURONNE)		ZONES D'EXTENSION D'ARTISANAT
	ZONES D'HABITAT RESIDENTIEL (ALETOURS RESIDENTIELS)		POINT DE CAPTAGE
	ZONES D'HABITAT RURAL (ALETOURS RURAL)		ZONES A RENOVER
	ZONES DE VILLES		DOMAINES MILITAIRES
	ZONES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES ET D'HABITAT RURAL		ZONE DE RESERVE
	ZONES D'INTERET CULTUREL, HISTORIQUE ET/OU ESTHETIQUE		ZONES DE CHEMIN DE FER
	ZONES INDUSTRIELLES		SITES CLASSES
	ZONES ARTISANALES OU DE PME		SITES ARCHEOLOGIQUES
	ZONES DE SERVICES		AUTOROUTES EXISTANTES
	ZONES AGRICOLES		ROUTES EXPRESS EXISTANTES
	ZONES FORESTIERES		ROUTES DE GRANDE CIRCULATION EXISTANTES
	ZONES D'ESPACES VERTS		CHEMIN DE FER
	ZONES NATURELLES		VOIES NAVIGABLES ET PLANS D'EAU
	ZONES NATURELLES D'INTERET SCIENTIFIQUE OU RESERVES NATURELLES		CANALISATIONS ISOLEES EXISTANTES
	ZONES DE PARCS		LIGNES ELECTRIQUES A HAUTE TENSION EXISTANTES
	ZONES RURALES D'INTERET PAYSAGER		LIGNES ELECTRIQUES A HAUTE TENSION A CREEER
	ZONES DE LOISIR		LIMITES COMMUNALES
	ZONES DE RECREATION ET DE SEJOUR		RESEAU VIAIRE
	ZONES D'EQUIPEMENTS COMMUNAUTAIRES		SCHEMA DIRECTEUR A PREVOIR
	ZONES D'EXTENSION D'INDUSTRIE		LIAISON A PREVOIR

ANNEXE 3

Schéma conceptuel et document de validation des plans particuliers d'aménagement

Schéma conceptuel des plans particuliers d'aménagement





Contraintes

Une face est délimitée par au moins trois arcs.

excl : ARC.delimitation_gauche.FACE_GEOMETRIQUE
 ARC.delimitation_droite.FACE_GEOMETRIQUE

Une face est fermée, c'est-à-dire que chaque NOEUD_D'ARC de chaque ARC d'une FACE correspond à un seul autre NOEUD_D'ARC des autres ARCs de cette FACE

Une face n'est pas dégénérée, c'est à dire que ses arcs ne s'intersectent pas que sa surface n'est pas nulle

excl : NOEUD_D'ARC.vers.ARC
 NOEUD_D'ARC.de.ARC

Pour tous les arcs formant une ligne, chacune de leur extrémité correspond à au plus une extrémité des autres arcs formant la ligne.
 Seules zéro ou deux extrémité(s) peuvent ne pas avoir de correspondant.

Contraintes d'intégrité du schéma conceptuel des plans particuliers d'aménagement

- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou se touchent
- MUR.Type = Mur de cloture, d'enceinte
Mur de soutènement (trait fort côté soutenu)
- dans_1 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_1 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : MUR.dans_1.PARC_CADASTRALE
MUR.toucher_1.PARC_CADASTRALE
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes ou se touchent
- dans_2 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_2 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : HAIE.dans_2.PARC_CADASTRALE
HAIE.toucher_2.PARC_CADASTRALE
- Les FACES des instances du type d'entité PARC_CADASTRALE sont disjointes ou se touchent
- Les LIGNES des instances du type d'entité DELIMITATION_PREVUE sont disjointes ou se touchent
- dans_3 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_1 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Une DELIMITATION_PREVUE ne peut pas traverser une seule PARC_CADASTRALE
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes
- dans_4 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_8 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Un ETANG ne peut pas chevaucher une seule PARC_CADASTRALE.
- Les FACES des instances du type d'entité ENS_ARBRES sont disjointes ou se touchent
- dans_5 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_6 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_1 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- ENS_ARBRES.Type = Bois
Sapins
Verger
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjointes
- dans_7 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_13 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- dans_8 : contraintes de la relation topologique DANS
- toucher_14 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- ARBRE.Remarquabilité ne peut être VRAI que si ARBRE.Existence est VRAI
- Si un ARBRE est dans ou touche un ENS_ARBRES, alors il est remarquable
- Si un ARBRE est dans une CHAUSSEE, alors le sous-type de cette CHAUSSEE est différent de Z_VOIRIE et de AUTOROUTE

- Les FACES des instances du type d'entité RUISSEAU sont disjointes ou se touchent
- dans_9 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_15 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- dans_10 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_16 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Si un RUISSEAU chevauche ou est dans une Z_VOIES_COMMUN, alors le sous-type de cette Z_VOIES_COMMUN est différent de VOIE_NAVIGABLE
- Les FACES des instances du type d'entité Z_VOIES_COMMUN sont disjointes ou se touchent
- Les FACES des instances du type d'entité ILOT sont disjointes
- Un ILOT est la tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) des PARC_CADASTRALES qu'il contient (FACE d'un ILOT est égale à l'union des FACES des PARC_CADASTRALES qu'elle contient (celles-ci sont jointives))
- dans_11 : contraintes de la relation topologique dans
- toucher_3 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- Les POINTs des instances du type d'entité BORNE sont disjoints
- Toutes les instances du type d'entité BORNE jouent au moins deux rôles avec les types d'association toucher_4 et toucher_5 :
 - au moins deux rôles toucher_4.PARC_CADASTRALE ou
 - au moins un rôle toucher_4.PARC_CADASTRALE et un rôle toucher_5.Z_VOIES_COMMUN
- toucher_4 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- toucher_5 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- Les FACES des instances du type d'entité OBSTACLE sont disjointes ou se touchent
- dans_12 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_13 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_14 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_15 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_2 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- chevauch_3 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- OBSTACLE.Type : Rocher
Talus
- Si une instance du type d'entité Z_VOIES_COMMUN joue un des rôles dans_13.OBSTACLE, dans_15.OBSTACLE ou chevauch_3.OBSTACLE, alors son sous-type est différent de VOIE_NAVIGABLE
- Les instances du type d'association voirie_trottoir joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association sentier_accot. joignent chacune une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE dont les FACES se touchent
- Les instances du type d'association voirie_accot. joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE et une instance du type d'entité PARTERRE_ACCOT_PELOUSE dont les FACES se touchent

- Les instances du type d'association *autoroute_accot.* joignent chacune une instance du type d'entité `PARTERRE_ACCOT_PELOUSE` et une instance du type d'entité `AUTOROUTE` dont les `FACES` se touchent
- Si une instance du type d'entité `CHAUSSÉE` joue le rôle dans `_16.ARRET_BUS`, alors son sous-type est différent de `AUTOROUTE` et de `PARTERRE_ACCOT_PELOUSE`
- dans `_16` : contraintes de la relation topologique `DANS`
- Les `POINTS` des instances du type d'entité `ARRET_BUS` sont disjoints
- Les `FACES` des instances du type d'entité `PARKING_FRONT_RUE` sont disjointes ou se touchent
 - dans `_20` : contraintes de la relation topologique `dans`
 - `chevauch_4` : contraintes de la relation topologique `CHEVAUCH`
 - dans `_43` : contraintes de la relation topologique `dans`
 - `chevauch_17` : contraintes de la relation topologique `CHEVAUCH`
 - Un `PARKING_FRONT_RUE` ne peut pas chevaucher une seule `Z_VOIRIE`
 - Un `PARKING_FRONT_RUE` ne peut pas chevaucher une seule `Z_VOIRIE_DESTI`
 - Si un `PARKING_FRONT_RUE` joue le rôle dans `_43.Z_VOIRIE_DESTI` ou le rôle `chevauch_17.Z_VOIRIE_DESTI`, il fait partie d'une destination (`Existence = FALSE`)
- Les `FACES` des instances du type d'entité `PARKING_SOUTERRAIN` sont disjointes
 - dans `_22` : contraintes de la relation topologique `DANS`
 - dans `_23` : contraintes de la relation topologique `DANS`
 - dans `_24` : contraintes de la relation topologique `DANS`
 - dans `_25` : contraintes de la relation topologique `DANS`
 - `chevauch_5` : contraintes de la relation topologique `CHEVAUCH`
 - `chevauch_6` : contraintes de la relation topologique `CHEVAUCH`
- Les `FACES` des instances du type d'entité `ZONE_AFFECTATION` sont disjointes ou se touchent

- Z_CONSTRUCTION.Type =
 - Zone d'habitation contiguë
 - Zone de constructions contiguës
 - Zone de constructions contiguës mixtes
 - Zone réservée à un hôtel
 - Zone de constructions groupées et de bureaux
 - Zone d'habitation semi-ouverte
 - Zone d'habitation ouverte
 - Zone d'habitation dispersée
 - Zone d'immeubles à appartement
 - Zone commerciale
 - Zone d'annexes (derrière une zone d'habitation)
 - Zone de garages groupés
 - Zone d'implantation libre
 - Zone de bâtiment public à habitat aux étages
 - Zone industrielle
 - Zone artisanale ou de petite industrie
 - Zone à destination publique
 - Zone de bâtiment public
 - Zone de bâtiment public avec toit plat autorisé
 - Zone de bâtiment de liaison
 - Zone de bâtiment public avec commerce sous arcades
 - Zone artisanale avec possibilité d'habitat
 - Parc industriel
 - Zone d'extension de l'Auberge de Jeunesse
 - Extension de zone artisanale
 - Zone de parc résidentiel
 - Zone de parking couvert
 - Zone de parking et plantations
- Z_CONSTRUCTION : Type → Numéro
- Z_VERTE.Type =
 - Zone de plaine de jeux, terrain de sport (public)
 - Zone de parc
 - Zone de parc privé
 - Zone de parc public
 - Zone d'espace vert
 - Zone de recul
 - Zone de cours et jardins
 - Zone de cours et jardins non aedificanti
 - Zone de cours et jardins avec extension commerciale
 - Zone de cours et jardins avec ateliers
 - Zone d'accès privé
 - Zone de toiture-jardin
 - Zone agricole
 - Zone de bois, forestière, tampon
 - Zone réservée à l'extension du cimetière
 - Zone de cours et jardins sur parking souterrain
 - Zone de cimetière
- Z_VERTE : Type → Numéro
- Les instances du type d'association *voirie_trottoir_desti* joignent chacune une instance du type d'entité Z_VOIRIE_DESTI et une instance du type d'entité SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI dont les FACES se touchent

- Les instances du type d'association *sentier_accot_desti* joignent chacune une instance du type d'entité `PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI` et une instance du type d'entité `SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI` dont les `FACES` se touchent
- Les instances du type d'association *voirie_accot_desti* joignent chacune une instance du type d'entité `Z_VOIRIE_DESTI` et une instance du type d'entité `PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI` dont les `FACES` se touchent
- Les instances du type d'association *autoroute_accot_desti* joignent chacune une instance du type d'entité `PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI` et une instance du type d'entité `AUTOROUTE_DESTI` dont les `FACES` se touchent

Pour toutes les `ZONE_AFFECTATION` :

- `dans_30` : contraintes de la relation topologique `DANS`
- `dans_31` : contraintes de la relation topologique `DANS`
- `chevauch_9` : contraintes de la relation topologique `CHEVAUCH`
- `dans_27` : contraintes de la relation topologique `DANS`
- `dans_41` : contraintes de la relation topologique `DANS`
- `chevauch_14` : contraintes de la relation topologique `CHEVAUCH`

Dans le cas d'une `ZONE_AFFECTATION` qui n'est pas une `Z_VOIE_CHEMIN_FER` :

- `at-lst-1` : `dans_30.PARC_CADASTRALE`
`dans_31.PARC_CADASTRALE`
`chevauch_9.PARC_CADASTRALE`

Dans le cas d'une `ZONE_AFFECTATION` qui est une `Z_VOIE_CHEMIN_FER` :

- `excl` : `dans_31.PARC_CADASTRALE`
`dans_27.Z_VOIES_COMMUN`
- `excl` : `dans_31.PARC_CADASTRALE`
`chevauch_14.Z_VOIES_COMMUN`
- `excl` : `dans_31.PARC_CADASTRALE`
`dans_41.Z_VOIES_COMMUN`
- `excl` : `dans_27.Z_VOIES_COMMUN`
`dans_30.PARC_CADASTRALE`
- `excl` : `dans_27.Z_VOIES_COMMUN`
`chevauch_9.PARC_CADASTRALE`
- `excl` : `dans_27.Z_VOIES_COMMUN`
`chevauch_14.Z_VOIES_COMMUN`
- `excl` : `dans_27.Z_VOIES_COMMUN`
`dans_41.Z_VOIES_COMMUN`
- `excl` : `dans_41.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
`dans_27.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
- `excl` : `dans_41.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
`chevauch_14.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
- `at-lst-1` : `dans_30.Z_VOIES_COMMUN`
`dans_31.Z_VOIES_COMMUN`
`chevauch_9.Z_VOIES_COMMUN`
`dans_27.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
`chevauch_14.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
`dans_41.Z_VOIE_CHEMIN_FER`
- Les `LIGNES` des instances du type d'entité `LIMITE_ZONE_HS` sont fermées. Les surfaces qu'elles délimitent sont disjointes

- dans_32 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_4 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Une LIMITE_ZONE_H.S ne peut pas traverser une seule ZONE_AFFECTATION
- Les FACES des instances du type d'entité BATIMENT sont disjointes ou se touchent
- BATIMENT.Type :
 - Bâtiment privé en bon état
 - Bâtiment à destination publique (école, clinique, cabine électrique,...)
 - Eglise, chapelle
 - Bâtiment repris dans le "Patrimoine Monumental"
 - Bâtiment de valeur architecturale
 - Immeuble de valeur
 - Monument classé (Arrêté Royal)
 - Façade classée (A.R.)
 - Taudis
 - Construction inachevée
 - Bâtiment en ruine
 - Garage
 - Atelier
 - Commerce
 - Entrepôt
 - Etable
 - Hangar agricole
 - Hall industriel
 - Bâtiment à démolir
- dans_33 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_26 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_7 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- à travers_5 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Si une instance du type d'entité BATIMENT joue le rôle A_1.ETAGES_PREVUS, alors il n'existe pas d'autre instance du type d'entité BATIMENT qui touche ce bâtiment et qui a le même nombre d'étages prévus
- Si pour une instance de BATIMENT, le rôle à travers_5. DELIMITATION_EX existe, alors cette instance possède une valeur pour Nbre_étages_existant
- Si une instance du type d'entité BATIMENT assume le rôle à travers_5. DELIMITATION_EX, alors il existe une autre instance du type d'entité BATIMENT qui touche ce bâtiment et a le même nombre d'étages
- Les LIGNES des instances du type d'entité DELIMITATION_EX sont disjointes ou se touchent
- Les LIGNES des instances du type d'entité FRONT_BATISSE sont disjointes ou se touchent (dans ce dernier cas, les Types de ces instances doivent être différents)
- FRONT_BATISSE.Type = Front de bâtisse obligatoire sur alignement
 - Front de bâtisse obligatoire
- dans_34 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_6 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- dans_35 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_10 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH

Si FRONT_BATISSE.Type = Front de bâtisse obligatoire

- exact-1 : dans_34.PARC_CADASTRALE
à travers_6.PARC_CADASTRALE
- Un front de bâtisse obligatoire ne peut assumer ni le rôle chevauch_10.ALIGNEMENT, ni le rôle dans_35.ALIGNEMENT
- Un FRONT_BATISSE obligatoire ne peut pas traverser une seule PARC_CADASTRALE

Si FRONT_BATISSE.Type = Front de bâtisse obligatoire sur alignement

- exact-1 : dans_35.ALIGNEMENT
chevauch_10.ALIGNEMENT
- Un front de bâtisse obligatoire sur alignement ne peut assumer ni le rôle dans_34.PARC_CADASTRALE ni le rôle à travers_6.PARC_CADASTRALE
- Un FRONT_BATISSE obligatoire sur alignement ne peut pas chevaucher un seul ALIGNEMENT
- Les LIGNES des instances du type d'entité ALIGNEMENT sont disjointes ou se touchent
- ALIGNEMENT.TYPE_si_A.R. = Alignement existant maintenu
Alignement supprimé
Alignement nouveau
- toucher_8 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- toucher_9 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

- Les LIGNES des instances du type d'entité LIMITE sont disjointes ou se touchent

- LIMITE.Type = Limite extrême des bâtiments principaux
Limite extrême des annexes

- dans_36 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_2 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- Une LIMITE ne peut pas traverser une seule PARC_CADASTRALE

- Les LIGNES des instances du type d'entité LIMITE_COMMUNE sont disjointes ou se touchent

- dans_37 : contraintes de la relation topologique DANS
- à travers_3 : contraintes de la relation topologique A_TRAVERS
- toucher_10 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- toucher_11 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- excl : LIMITE_COMMUNE.dans_37.PARC_CADASTRALE
LIMITE_COMMUNE.toucher_11.PARC_CADASTRALE
- excl : LIMITE_COMMUNE.à travers_3.PARC_CADASTRALE
LIMITE_COMMUNE.toucher_11.PARC_CADASTRALE

- Les FACES des instances du type d'entité LIMITE_PLAN_PARTIC sont disjointes ou se touchent.

- dans_38 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_11 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- dans_39 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_12 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Une LIMITE_PLAN_PARTIC est la tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle contient et chevauche (dans ce cas, seulement les morceaux qui font partie de l'intersection entre d'une part les PARC_CADASTRALES et les Z_VOIES_COMMUN et, d'autre part la LIMITE_PLAN_PARTIC). La FACE d'une LIMITE_PLAN_PARTIC est égale à l'union des FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle contient et

des morceaux qui font partie de son intersection avec les FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle chevauche (celles-ci sont jointives)

- Les FACES des instances du type d'entité LIMITE_AVENANT sont disjointes ou se touchent
- dans_40 : contraintes de la relation topologique DANS
- Le Numéro_plan d'une instance du type d'entité LEGENDE est égal au Numéro de l'instance du type d'entité LIMITE_PLAN_PARTIC à laquelle l'instance du type d'entité LEGENDE est liée par le type d'association EXPLICATIONS
- Le Numéro_plan d'une instance du type d'entité PRESCRIPTIONS est égal au Numéro de l'instance du type d'entité LIMITE_PLAN_PARTIC à laquelle l'instance du type d'entité PRESCRIPTIONS est liée par le type d'association ANNEXE

- Les FACES des instances du type d'entité LOTISSEMENT sont disjointes ou se touchent
- dans_28 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_13 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- dans_29 : contraintes de la relation topologique DANS
- Un LOTISSEMENT est la tessellation polygonale (ensemble de polygones jointifs) des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'il contient et chevauche (dans ce cas, seulement les morceaux qui font partie de l'intersection entre d'une part les PARC_CADASTRALES et les Z_VOIES_COMMUN et, d'autre part le LOTISSEMENT). La FACE d'un LOTISSEMENT est égale à l'union des FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle contient et des morceaux qui font partie de son intersection avec les FACES des PARC_CADASTRALES et des Z_VOIES_COMMUN qu'elle chevauche (celles-ci sont jointives)

- Les POINTs des instances du type d'entité ACCES sont disjointes
- toucher_12 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

- Les FACES des instances du type d'entité HALLES_MARCHE sont disjointes
- dans_17 : contraintes de la relation topologique DANS

- Les FACES des instances du type d'entité AIRE_STATION sont disjointes ou se touchent
- dans_21 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_44 : contraintes de la relation topologique DANS
- Si une AIRE_STATION joue le rôle dans_44.SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI, elle fait partie d'une destination (Existence = FALSE)

- Les FACES des instances du type d'entité EMPLACEMENT_PARKING sont disjointes ou se touchent
- dans_19 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_42 : contraintes de la relation topologique DANS
- Si un EMPLACEMENT_PARKING joue le rôle dans_42.Z_VOIRIE_DESTI, il fait partie d'une destination (Existence = FALSE)

- Les LIGNES des instances du type d'entité PASSAGE_PIETONNIER sont disjointes
- dans_18 : contraintes de la relation topologique DANS

- Les FACES des instances du type d'entité MUR_QUAI sont disjointes
- toucher_6 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

- Les LIGNES des instances du type d'entité LIMITE_ZONE_AFFECTATION sont disjointes ou se touchent
- toucher_7 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- Les LIGNES des instances du type d'entité COURBE_NIVEAU sont disjointes
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les LIGNES des instances du type d'entité HAIE
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité ETANG
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les POINTs des instances du type d'entité ARBRE
- Les LIGNES des instances du type d'entité MUR sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité ETANG
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes, traversent ou touchent les LIGNES des instances du type d'entité RUISSEAU
- Les LIGNES des instances du type d'entité HAIE sont disjointes ou touchent les FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes ou touchent les POINTs des instances du type d'entité ARBRE
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes ou touchent les LIGNES des instances du type d'entité RUISSEAU
- Les FACES des instances du type d'entité ETANG sont disjointes des FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints des FACES des instances du type d'entité BATIMENT
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints des LIGNES des instances du type d'entité PASSAGE_PIETONNIER
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints des POINTs des instances du type d'entité ARRET_BUS
- Les POINTs des instances du type d'entité ARBRE sont disjoints des POINTs des instances du type d'entité ACCES

Document de validation du schéma conceptuel des plans particuliers d'aménagement

Un plan possède les informations suivantes : ACCES, AIRE_STATION, ALIGNEMENT, ARBRE, ARRET_BUS, AUTOROUTE, AUTOROUTE_DESTI, BATIMENT, BORNE, CHAUSSEE, CHAUSSEE_DESTI, CHEMIN_FER, COMMUNE, COUPE, COURBE_NIVEAU, DELIMITATION_EX., DELIMITATION_PREVUE, DESSIN, DOC_ANNEXE, ECHELLE, EMPLACEMENT_PARKING, ENS_ARBRES, ETAGES_EXISTANTS, ETAGES_PREVUS, ETANG, FRONT_BATISSE, HAIE, HALLES_MARCHE, ILOT, LEGENDE, LIMITE, LIMITE_AVENANT, LIMITE_COMMUNE, LIMITE_PLAN_PARTIC., LIMITE_ZONES_HS, LIMITE_ZONE_AFFECTATION, LOTISSEMENT, MESURE, MUR, MUR_QUAI, OBSTACLE, PARC_CADASTRALE, PARKING_FRONT_RUE, PARKING_SOUTERRAIN, PARTERRE_ACCOT_PELOUSE, PARTERRE_ACCOT_PELOUSE_DESTI, PASSAGE_PIETONNIER, PRESCRIPTIONS, PROPRIETAIRE, RUISSEAU, SENTIER_TROTT_PLACE, SENTIER_TROTT_PLACE_DESTI, VOIE_NAVIGABLE, ZONE_AFFECTATION, Z_CONSTRUCTION, Z_PARKING, Z_VERTÉ, Z_VOIES_COMMUN., Z_VOIE_CHEMIN_FER, Z_VOIRIE, Z_VOIRIE_DESTI

Une parcelle cadastrale (PARC_CADASTRALE) est identifiée par ses coordonnées, c'est-à-dire sa division, son secteur, sa feuille et son numéro. Elle est représentée géométriquement sur le plan par une face. Elle possède une nature et une superficie. Une parcelle cadastrale touche ou est disjointe des autres parcelles cadastrales.

Une parcelle appartient à un ou plusieurs propriétaires. Ceux-ci sont identifiés par un numéro, ont un nom et possèdent une adresse (numéro et nom de rue, code postal, localité). Un propriétaire détient au moins une parcelle.

Un mur (MUR) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il peut être de plusieurs types : Mur de clôture, d'enceinte ou Mur de soutènement (trait fort côté soutenu).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une ligne.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un mur doit être dans une parcelle cadastrale et/ou toucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s).

Une parcelle cadastrale contient zéro, un ou plusieurs mur(s) et elle touche zéro, un ou plusieurs mur(s).

Pour un couple composé d'un mur et d'une parcelle cadastrale, le mur ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et toucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir ce mur et toucher ce mur.

Un mur touche ou est disjoint des autres murs, des haies, des étangs, des arbres et des bâtiments.

Une haie (HAIE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une haie doit être dans une parcelle cadastrale et/ou toucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s).

Une parcelle cadastrale contient zéro, une ou plusieurs haie(s) et elle touche zéro, une ou plusieurs haie(s).

Pour un couple composé d'une haie et d'une parcelle cadastrale, la haie ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et toucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cette haie et toucher cette haie.

Une haie touche ou est disjointe des autres haies, des murs, des étangs et des bâtiments. Elle touche, traverse ou est disjointe des ruisseaux.

Une délimitation prévue (DELIMITATION_PREVUE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle indique le nombre d'étages prévus pour les constructions sur une parcelle cadastrale.

Une délimitation prévue est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Une délimitation prévue doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit traverser une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), mais pas les deux à la fois.

Une parcelle cadastrale contient zéro, une ou plusieurs délimitation(s) prévue(s) et elle est traversée par zéro, une ou plusieurs délimitation(s) prévue(s).

Pour un couple composé d'une délimitation prévue et d'une parcelle cadastrale, la délimitation ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et traverser cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cette délimitation et être traversée par elle.

Une délimitation prévue touche ou est disjointe des autres délimitations prévues.

Un étang (ETANG) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un étang doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit chevaucher plusieurs parcelles cadastrales, mais pas les deux à la fois.

Une parcelle cadastrale contient zéro, un ou plusieurs étang(s) et elle chevauche zéro, un ou plusieurs étang(s).

Un étang est disjoint des autres étangs et des bâtiments. Il touche ou est disjoint des arbres et des ruisseaux.

Un ensemble d'arbres (ENS_ARBRES) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il peut être de plusieurs types : Bois, Sapins, Verger.

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un ensemble d'arbres peut être dans une parcelle cadastrale, contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), mais au moins un de ces trois rôles doit être assumé. Cependant, si un ensemble d'arbres est dans une parcelle, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelles.

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou un ensemble d'arbres, contient zéro, un ou plusieurs ensemble(s) d'arbres et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs ensemble(s) d'arbres. Cependant, si une parcelle cadastrale est dans un ensemble d'arbres, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) ensemble(s) d'arbres, ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) ensemble(s) d'arbres.

Pour un couple composé d'un ensemble d'arbres et d'une parcelle cadastrale, l'ensemble d'arbres ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et contenir cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cet ensemble d'arbres et être dans cet ensemble.

Pour un couple composé d'un ensemble d'arbres et d'une parcelle cadastrale, l'ensemble d'arbres ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cet ensemble d'arbres et être chevauchée par cet ensemble.

Pour un couple composé d'un ensemble d'arbres et d'une parcelle cadastrale, l'ensemble d'arbres ne peut à la fois contenir cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être dans cet ensemble d'arbres et chevaucher cet ensemble.

Un ensemble d'arbres touche ou est disjoint des autres ensembles d'arbres.

Une zone de voies de communication (Z_VOIES_COMMUN) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une zone de voies de communication est soit une chaussée, soit une voie de chemin de fer, soit une voie navigable.

Une voie navigable a un nom.

Une chaussée est soit une zone de voirie, soit un sentier, un trottoir ou une place, soit un parterre, un accotement ou une pelouse, soit une autoroute. Elle fait partie d'une situation existante ou d'une destination.

Une zone de voirie a un nom. Elle doit être résidentielle ou non.

Un sentier, un trottoir ou une place peuvent avoir un nom. Ils doivent être de halage ou non. Ils doivent être un escalier ou non.

Une autoroute a un nom.

Une voirie avec trottoir est formée de zone(s) de voirie et de sentier(s), trottoir(s) ou place(s) qui se touchent.

Une voirie avec accotement est formée de zone(s) de voirie et de parterre(s), accotement(s) ou pelouse(s) qui se touchent.

Un sentier avec accotement est formé de sentier(s), trottoir(s) ou place(s) et parterre(s), accotement(s) ou pelouse(s) qui se touchent.

Une autoroute avec accotement est formée d'autoroute(s) et de parterre(s), accotement(s) ou pelouse(s) qui se touchent.

Une zone de voies de communication touche ou est disjointe des autres zones de voies de communication.

Un arbre (ARBRE) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par un point.

Il fait partie d'une situation existante ou d'une destination.

Il peut être remarquable ou non. S'il est remarquable, alors il fait obligatoirement partie d'une situation existante.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un arbre peut être dans une parcelle cadastrale, toucher une ou plusieurs parcelle(s), être dans une chaussée et/ou toucher une ou plusieurs chaussée(s), mais au moins un de ces quatre rôles doit être assumé. Cependant, si un arbre est dans une parcelle cadastrale, il ne peut ni toucher une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni être dans une chaussée, ni toucher une ou

plusieurs chaussée(s). De même, si un arbre est dans une chaussée, il ne peut ni toucher une ou plusieurs autre(s) chaussée(s), ni toucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s).

Si un arbre est dans une chaussée, celle-ci n'est ni une zone de voirie, ni une autoroute.

Une parcelle cadastrale contient zéro, un ou plusieurs arbre(s) et touche zéro, un ou plusieurs arbre(s).

Une chaussée contient zéro, un ou plusieurs arbre(s) et touche zéro, un ou plusieurs arbre(s).

Pour un couple composé d'un arbre et d'une parcelle cadastrale, l'arbre ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et toucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cet arbre et toucher cet arbre.

Pour un couple composé d'un arbre et d'une chaussée, l'arbre ne peut à la fois être dans cette chaussée et toucher cette chaussée. De même la chaussée ne peut à la fois contenir cet arbre et toucher cet arbre.

Si un arbre touche ou est dans un ensemble d'arbres, alors il est remarquable.

Un arbre est disjoint des autres arbres, des passages piétonniers, des bâtiments et des arrêts de bus.

Un ruisseau (RUISSEAU) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Il a un nom.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un ruisseau peut être dans une parcelle cadastrale, chevaucher une ou plusieurs parcelles cadastrales, être dans une zone de voie de communication et/ou chevaucher une ou plusieurs zones de voie de communication, mais au moins un de ces quatre rôles doit être assumé. Cependant, si un ruisseau est dans une parcelle, il ne peut ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni être dans une zone de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. De même, si un ruisseau est dans une zone de voies de communication, il ne peut ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs parcelles.

Une parcelle cadastrale contient zéro, un ou plusieurs ruisseau(x) et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs ruisseau(x).

Une zone de voies de communication contient zéro, un ou plusieurs ruisseau(x) et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs ruisseau(x).

Pour un couple composé d'un ruisseau et d'une parcelle cadastrale, le ruisseau ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir ce ruisseau et être chevauchée par ce ruisseau.

Pour un couple composé d'un ruisseau et d'une zone de voies de communication, le ruisseau ne peut à la fois être dans cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois contenir ce ruisseau et être chevauchée par ce ruisseau.

Si un ruisseau chevauche ou est dans une zone de voies de communication, alors cette zone de voies de communication n'est pas une voie navigable.

Un ruisseau touche ou est disjoint des autres ruisseaux.

Un îlot (ILOT) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un îlot contient une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s). Il est la tessellation polygonale (ensemble de polygone jointifs) des parcelles cadastrales qu'il contient.

Une parcelle cadastrale est dans un et un seul îlot.
Un îlot touche une ou plusieurs zone(s) de voies de communication.
Une zone de voies de communication touche zéro, un ou plusieurs îlot(s).
Un îlot est disjoint des autres îlots.

Une borne (BORNE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).
Elle est représentée géométriquement sur le plan par un point.
Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une borne touche une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et zéro, une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. Cependant, elle doit toucher soit au moins deux parcelles cadastrales, soit au moins une parcelle cadastrale et au moins une zone de voies de communication.

Une parcelle cadastrale touche zéro, une ou plusieurs borne(s).
Une zone de voies de communication touche zéro, une ou plusieurs borne(s).
Une borne est disjointe des autres bornes.

Un obstacle (OBSTACLE) est identifié par un numéro (identifiant technique).
Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.
Il peut être de plusieurs types : Rocher ou Talus.
Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un obstacle peut être dans une parcelle cadastrale, contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), être dans une zone de voies de communication, contenir une ou plusieurs zone(s) de voies de communication et/ou chevaucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication, mais au moins un de ces six rôles doit être assumé. Cependant, si un obstacle est dans une parcelle cadastrale, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s) cadastrale(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelle(s) cadastrale(s), ni être dans une zone de voies de communication, ni contenir une ou plusieurs zone(s) de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. De même, si un obstacle est dans une zone de voies de communication, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voies de communication, ni contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), ni chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s).

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou un obstacle et/ou contient zéro, un ou plusieurs obstacle(s) et/ou chevauche zéro, un ou plusieurs obstacle(s). Cependant, si une parcelle cadastrale est dans un obstacle, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) obstacle(s), ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) obstacle(s).

Une zone de voies de communication est dans zéro ou un obstacle et/ou contient zéro, un ou plusieurs obstacle(s) et/ou chevauche zéro, un ou plusieurs obstacle(s). Cependant, si une zone de voies de communication est dans un obstacle, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) obstacle(s), ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) obstacle(s). Si une zone de voies de communication joue un de ces trois rôles, elle n'est pas une voie navigable.

Pour un couple composé d'un obstacle et d'une parcelle cadastrale, l'obstacle ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et contenir cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cet obstacle et être dans cet obstacle.

Pour un couple composé d'un obstacle et d'une parcelle cadastrale, l'obstacle ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cet obstacle et être chevauchée par cet obstacle.

Pour un couple composé d'un obstacle et d'une parcelle cadastrale, l'obstacle ne peut à la fois contenir cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être dans cet obstacle et être chevauchée par cet obstacle.

Pour un couple composé d'un obstacle et d'une zone de voies de communication, l'obstacle ne peut à la fois être dans cette zone de voies de communication et contenir cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois contenir cet obstacle et être dans cet obstacle.

Pour un couple composé d'un obstacle et d'une zone de voies de communication, l'obstacle ne peut à la fois être dans cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois contenir cet obstacle et être chevauchée par cet obstacle.

Pour un couple composé d'un obstacle et d'une zone de voies de communication, l'obstacle ne peut à la fois contenir cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois être dans cet obstacle et être chevauchée par cet obstacle.

Un obstacle touche ou est disjoint des autres obstacles.

Un arrêt de bus (ARRET_BUS) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par un point.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un arrêt de bus est dans une et une seule chaussée.

Une chaussée contient zéro, un ou plusieurs arrêt(s) de bus. Si elle contient un ou plusieurs arrêt(s) de bus, elle n'est ni une autoroute, ni un accotement.

Un arrêt de bus est disjoint des autres arrêts de bus.

Des halles de marché (HALLES_MARCHE) sont identifiées par un numéro (identifiant technique).

Elles sont représentées géométriquement sur le plan par une face.

Leur existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Des halles de marché sont dans un et un seul trottoir-place.

Un trottoir-place contient zéro, une ou plusieurs halles de marché.

Les halles de marché sont disjointes des autres halles de marché.

Une aire de stationnement (AIRE_STATION) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentées géométriquement sur le plan par une face.

Elle fait partie d'une situation existante ou d'une destination.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une aire de stationnement doit être soit dans un trottoir-place, soit dans un projet de trottoir-place. Dans ce dernier cas, elle doit faire partie d'une destination.

Un trottoir-place contient zéro, une ou plusieurs aire(s) de stationnement.

Un projet de trottoir-place contient zéro, une ou plusieurs aire(s) de stationnement.

Une aire de stationnement touche ou est disjointe des autres aires de stationnement.

Un emplacement de parking (EMPLACEMENT_PARKING) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Il fait partie d'une situation existante ou d'une destination.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un emplacement de parking doit être soit dans une zone de voirie, soit dans un projet de zone de voirie. Dans ce dernier cas, il doit faire partie d'une destination.

Une zone de voirie contient zéro, un ou plusieurs emplacement(s) de parking.

Un projet de zone de voirie contient zéro, un ou plusieurs emplacement(s) de parking.

Un emplacement de parking touche ou est disjoint des autres emplacement(s) de parking.

Un passage piétonnier (PASSAGE_PIETONNIER) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une ligne.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un passage piétonnier est dans une et une seule zone de voirie.

Une zone de voirie contient zéro, un ou plusieurs passage(s) piétonnier(s).

Un passage piétonnier est disjoint des autres passage(s) piétonnier(s).

Un mur de quai (MUR_QUAI) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un mur de quai touche une ou plusieurs voies navigables.

Une voie navigable touche zéro, un ou plusieurs mur(s) de quai.

Un mur de quai est disjoint des autres mur(s) de quai.

Un parking à front de rue (PARKING_FRONT_RUE) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Un parking à front de rue est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Il fait partie d'une situation existante ou d'une destination.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un parking à front de rue doit soit être dans une zone de voirie, soit chevaucher plusieurs zones de voirie, soit être dans un projet de voirie, soit chevaucher plusieurs projets de voirie. Dans les deux derniers cas, le parking doit faire partie d'une destination.

Une zone de voirie contient zéro, un ou plusieurs parking(s) à front de rue et elle chevauche zéro, un ou plusieurs parking(s) à front de rue.

Un projet de voirie contient zéro, un ou plusieurs parking(s) à front de rue et elle chevauche zéro, un ou plusieurs parking(s) à front de rue.

Un parking à front de rue touche ou est disjoint des autres parkings à front de rue.

Un parking souterrain (PARKING_SOUTERRAIN) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un parking souterrain peut être dans une parcelle cadastrale, contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), être dans une chaussée, contenir une ou plusieurs chaussée(s) et/ou chevaucher une ou plusieurs chaussée(s), mais au moins un de ces six rôles doit être assumé. Cependant, si un parking souterrain est dans une parcelle cadastrale, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s) cadastrale(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelle(s) cadastrale(s), ni être dans une

chaussée , ni contenir une ou plusieurs chaussée(s) , ni chevaucher une ou plusieurs chaussée(s). De même, si un parking souterrain est dans une chaussée, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) chaussée(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) chaussée(s), ni contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), ni chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s).

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou un parking souterrain et/ou contient zéro, un ou plusieurs parking(s) souterrain(s) et/ou chevauche zéro, un ou plusieurs parking(s) souterrain(s). Cependant, si une parcelle cadastrale est dans un parking souterrain, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) parking(s) souterrain(s), ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) parking(s) souterrain(s).

Une chaussée est dans zéro ou un parking souterrain et/ou contient zéro, un ou plusieurs parking(s) souterrain(s) et/ou chevauche zéro, un ou plusieurs parking(s) souterrain(s). Cependant, si une chaussée est dans un parking souterrain, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) parking(s) souterrain(s), ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) parking(s) souterrain(s).

Pour un couple composé d'un parking souterrain et d'une parcelle cadastrale, le parking souterrain ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et contenir cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir ce parking souterrain et être dans ce parking souterrain.

Pour un couple composé d'un parking souterrain et d'une parcelle cadastrale, le parking souterrain ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir ce parking souterrain et être chevauchée par ce parking souterrain.

Pour un couple composé d'un parking souterrain et d'une parcelle cadastrale, le parking souterrain ne peut à la fois contenir cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être dans ce parking souterrain et être chevauchée par ce parking souterrain.

Pour un couple composé d'un parking souterrain et d'une chaussée, le parking souterrain ne peut à la fois être dans cette chaussée et contenir cette chaussée. De même la chaussée ne peut à la fois contenir ce parking souterrain et être dans ce parking souterrain.

Pour un couple composé d'un parking souterrain et d'une chaussée, le parking souterrain ne peut à la fois être dans cette chaussée et chevaucher cette chaussée. De même la chaussée ne peut à la fois contenir ce parking souterrain et être chevauchée par ce parking souterrain.

Pour un couple composé d'un parking souterrain et d'une chaussée, le parking souterrain ne peut à la fois contenir cette chaussée et chevaucher cette chaussée. De même la chaussée ne peut à la fois être dans ce parking souterrain et être chevauchée par ce parking souterrain.

Un parking souterrain est disjoint des autres parkings souterrains.

Un accès (ACCES) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par un point.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un acces touche un et un seul parking souterrain.

Un parking souterrain touche un ou plusieurs accès.

Un accès est disjoint des autres accès et des arbres.

Une zone d'affectation (ZONE_AFFECTATION) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une zone d'affectation est soit une zone de construction, soit une zone verte, soit une zone de projet de chaussée, soit une zone de voie de chemin de fer.

Une zone de construction (Z_CONSTRUCTION) peut être de plusieurs types : Zone d'habitation contiguë, Zone de constructions contiguës, Zone de constructions contiguës mixtes, Zone réservée à un hôtel, Zone de constructions groupées et de bureaux, Zone d'habitation semi-ouverte, Zone d'habitation ouverte, Zone d'habitation dispersée, Zone d'immeubles à appartement, Zone commerciale, Zone d'annexes (derrière une zone d'habitation), Zone de garages groupés, Zone d'implantation libre, Zone de bâtiment public à habitat aux étages, Zone industrielle, Zone artisanale ou de petite industrie, Zone à destination publique, Zone de bâtiment public, Zone de bâtiment public avec toit plat autorisé, Zone de bâtiment de liaison, Zone de bâtiment public avec commerce sous arcades, Zone artisanale avec possibilité d'habitat, Parc industriel, Zone d'extension de l'Auberge de Jeunesse, Extension de zone artisanale, Zone de parc résidentiel, Zone de parking couvert, Zone de parking et plantations. A chaque type, correspond un numéro.

Une zone verte (Z_VERTE) peut être de plusieurs types : Zone de plaine de jeux, terrain de sport (public), Zone de parc, Zone de parc privé, Zone de parc public, Zone d'espace vert, Zone de recul, Zone de cours et jardins, Zone de cours et jardins non aedificanti, Zone de cours et jardins avec extension commerciale, Zone de cours et jardins avec ateliers, Zone d'accès privé, Zone de toiture-jardin, Zone agricole, Zone de bois, forestière, tampon, Zone réservée à l'extension du cimetière, Zone de cours et jardins sur parking souterrain, Zone de cimetière. A chaque type, correspond un numéro.

Un projet de chaussée (CHAUSSEE_DESTI) est soit un projet de voirie, soit un projet de sentier, de trottoir ou de place, soit un projet de parterre, d'accotement ou de pelouse, soit un projet d'autoroute.

Un projet de voirie a un nom. Il doit être résidentiel ou non.

Un projet de sentier, de trottoir ou de place peut avoir un nom. Il doit être de halage ou non. Il doit être un escalier ou non.

Un projet d'autoroute a un nom.

Un projet de voirie avec trottoir est formé de projet(s) de voirie et de projet(s) de sentier, de trottoir ou de place qui se touchent.

Un projet de voirie avec accotement est formé de projet(s) de voirie et de projet(s) de parterre, d'accotement ou de pelouse qui se touchent.

Un projet de sentier avec accotement est formé de projet(s) de sentier, de trottoir ou de place et de projet(s) de parterre, d'accotement ou de pelouse qui se touchent.

Un projet d'autoroute avec accotement est formé de projet(s) d'autoroute et de projet(s) de parterre, d'accotement ou de pelouse qui se touchent.

Une zone de chemin de fer (Z_VOIE_CHEMIN_FER) a un numéro (toujours le même).

Une zone d'affectation qui n'est pas une zone de voie de chemin de fer peut être dans une parcelle cadastrale, contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), mais au moins un de ces trois rôles doit être assumé. Cependant, si une zone d'affectation est dans une parcelle, elle ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelles.

Une zone d'affectation qui est une zone de voie de chemin de fer peut être dans une parcelle cadastrale, contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), être dans une zone de voies de communication, contenir une ou plusieurs zone(s) de voies de communication et/ou chevaucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication, mais au moins un de ces six rôles doit être assumé. Cependant, si une zone de voie de chemin de fer est dans une parcelle, elle ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelles, ni être dans une zone de voies de communication, ni contenir une ou plusieurs zone(s) de voies de communication, ni chevaucher une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. De même, si une zone de

voie de chemin de fer est dans une zone de voies de communication, elle ne peut ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voies de communication, ni contenir une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voies de communication, ni contenir une ou plusieurs parcelle(s), ni chevaucher une ou plusieurs parcelle(s).

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou une zone d'affectation, contient zéro, une ou plusieurs zone(s) d'affectation et est chevauchée par zéro, une ou plusieurs zone(s) d'affectation. Cependant, si une parcelle cadastrale est dans une zone d'affectation, elle ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) zone(s) d'affectation, ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) zone(s) d'affectation.

Une zone de voies de communication est dans zéro ou une zone de voie de chemin de fer, contient zéro, une ou plusieurs zone(s) de voie de chemin de fer et est chevauchée par zéro, une ou plusieurs zone(s) de voie de chemin de fer. Cependant, si une zone de voies de communication est dans une zone de voie de chemin de fer, elle ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voie de chemin de fer, ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) zone(s) de voie de chemin de fer.

Pour un couple composé d'une zone d'affectation et d'une parcelle cadastrale, la zone d'affectation ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et contenir cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cette zone d'affectation et être dans cette zone d'affectation.

Pour un couple composé d'une zone d'affectation et d'une parcelle cadastrale, la zone d'affectation ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cette zone d'affectation et être chevauchée par cette zone d'affectation.

Pour un couple composé d'une zone d'affectation et d'une parcelle cadastrale, la zone d'affectation ne peut à la fois contenir cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et chevaucher cette zone d'affectation.

Pour un couple composé d'une zone de voie de chemin de fer et d'une zone de voies de communication, la zone de voie de chemin de fer ne peut à la fois être dans cette zone de voies de communication et contenir cette zone de voies de communication. De même la zone de voie de chemin de fer ne peut à la fois contenir cette zone de voie de chemin de fer et être dans cette zone de voie de chemin de fer.

Pour un couple composé d'une zone de voie de chemin de fer et d'une zone de voies de communication, la zone de voie de chemin de fer ne peut à la fois être dans cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois contenir cette zone de voie de chemin de fer et être chevauchée par cette zone de voie de chemin de fer.

Pour un couple composé d'une zone de voie de chemin de fer et d'une zone de voies de communication, la zone de voie de chemin de fer ne peut à la fois contenir cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois être dans cette zone de voie de chemin de fer et être chevauchée par cette zone de voie de chemin de fer.

Une zone d'affectation touche ou est disjointe des autres zones d'affectation.

Une limite de zones d'habitat social (LIMITE_ZONES_HS) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne fermée.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une limite de zones d'habitat social doit soit être dans une zone d'affectation, soit traverser plusieurs zone(s) d'affectation, mais pas les deux à la fois.

Une zone d'affectation contient zéro, une ou plusieurs limite(s) de zones d'habitat social et elle est traversée par zéro, une ou plusieurs limite(s) de zones d'habitat social.

Une limite de zones d'habitat social est disjointe des autres limites de zones d'habitat social.

Une limite de zone d'affectation (LIMITE_ZONE_AFFECTATION) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une limite de zone d'affectation touche deux ou plusieurs zones d'affectation.

Une zone d'affectation touche zéro, une ou plusieurs limite(s) de zone d'affectation

Une limite de zone d'affectation touche ou est disjointe des autres limites de zone d'affectation.

Un bâtiment (BATIMENT) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une face.

Il peut être de plusieurs types : Bâtiment privé en bon état, Bâtiment à destination publique (école, clinique, cabine électrique,..), Eglise, chapelle, Bâtiment repris dans le "Patrimoine Monumental", Bâtiment de valeur architecturale, Immeuble de valeur, Monument classé (Arrêté Royal), Façade classée (A.R.), Taudis, Construction inachevée, Bâtiment en ruine, Garage, Atelier, Commerce, Entrepôt, Etable, Hangar agricole, Hall industriel, Bâtiment à démolir.

Un bâtiment a une toiture en terrasse ou non.

Il peut avoir un nombre de m² de plancher, un nombre d'étages prévus et un nombre d'étages existant.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un bâtiment peut être dans une parcelle cadastrale, contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), mais au moins un de ces trois rôles doit être assumé. Cependant, si un bâtiment est dans une parcelle, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) parcelle(s), ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) parcelles.

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou un bâtiment, contient zéro, un ou plusieurs bâtiment(s) et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs bâtiment(s). Cependant, si une parcelle cadastrale est dans un bâtiment, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) bâtiment(s), ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) bâtiment(s).

Pour un couple composé d'un bâtiment et d'une parcelle cadastrale, le bâtiment ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et contenir cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir ce bâtiment et être dans ce bâtiment.

Pour un couple composé d'un bâtiment et d'une parcelle cadastrale, le bâtiment ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir ce bâtiment et être chevauchée par ce bâtiment.

Pour un couple composé d'un bâtiment et d'une parcelle cadastrale, le bâtiment ne peut à la fois contenir cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être dans ce bâtiment et chevaucher ce bâtiment.

Un bâtiment touche ou est disjoint des autres bâtiments.

Si un bâtiment a un nombre d'étages prévus, il n'existe pas d'autre(s) bâtiment(s) qui touchent ce bâtiment et ont le même nombre d'étages prévus.

Une délimitation existante (DELIMITATION_EX) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Une délimitation existante traverse deux ou plusieurs bâtiments.

Un bâtiment est traversé par zéro ou une délimitation existante. Si un bâtiment est traversé par une délimitation existante, alors il a un nombre d'étages existants. De plus il existe un autre bâtiment qui touche ce bâtiment et a le même nombre d'étages.

Une délimitation existante touche ou est disjointe des autres délimitations existantes.

Un front de bâtisse (FRONT_BATISSE) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une ligne.

Il peut être de plusieurs types : Front de bâtisse obligatoire sur alignement ou Front de bâtisse obligatoire.

Un front de bâtisse obligatoire doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit traverser une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s), mais pas les deux à la fois.

Un front de bâtisse obligatoire ne peut ni être dans un alignement, ni chevaucher un ou plusieurs alignement(s).

Une parcelle cadastrale contient zéro, un ou plusieurs front(s) de bâtisse et elle est traversée par zéro, un ou plusieurs front(s) de bâtisse.

Un front de bâtisse touche ou est disjoint des autres fronts de bâtisse. Si deux fronts de bâtisse se touchent, alors ils sont de types différents.

Un alignement (ALIGNEMENT) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est représenté géométriquement sur le plan par une ligne.

Il a un type ou non. Il a un type s'il fait partie d'une région qui sous Arrêté Royal. ces différents types sont : Alignement existant maintenu, Alignement supprimé, Alignement nouveau.

L'existence d'un alignement est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un alignement touche une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et une ou plusieurs zone(s) de voies de communication.

Une parcelle cadastrale touche zéro, un ou plusieurs alignements.

Une zone de voies de communication touche zéro, un ou plusieurs alignements.

Un alignement chevauche zéro, un ou plusieurs front(s) de bâtisse obligatoire(s) sur alignement et contient zéro, un ou plusieurs front(s) de bâtisse obligatoire(s) sur alignement.

Un front de bâtisse obligatoire sur alignement doit soit chevaucher plusieurs alignement(s), soit être dans un alignement.

Un front de bâtisse obligatoire sur alignement ni peut ni être dans une parcelle, ni traverser une ou plusieurs parcelle(s).

Un alignement touche ou est disjoint des autres alignements. Si deux alignements se touchent, alors ils sont de types différents.

Une limite (LIMITE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Une limite est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Une limite peut être de plusieurs types : Limite extrême des bâtiments principaux ou Limite extrême des annexes.

Une limite doit soit être dans une parcelle cadastrale, soit traverser plusieurs parcelles cadastrales, mais pas les deux à la fois.

Une parcelle cadastrale contient zéro, une ou plusieurs limite(s) et elle est traversée par zéro, une ou plusieurs limite(s).

Une limite touche ou est disjointe des autres limites. Si deux limites se touchent, alors elles sont de types différents.

Une limite de commune (LIMITE_COMMUNE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Une limite de commune est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une limite de commune peut être dans une parcelle cadastrale et/ou toucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou traverser une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou toucher une zone de voies de communication, mais au moins un de ces quatre rôles doit être assumé. Cependant, si une limite de commune est dans une parcelle, elle ne peut traverser une ou plusieurs autre(s) parcelle(s).

Une parcelle cadastrale contient zéro, une ou plusieurs limite(s) de commune, touche zéro, une ou plusieurs limite(s) de commune et est traversée par zéro, une ou plusieurs limite(s) de commune.

Une zone de voies de communication touche zéro, une ou plusieurs limite(s) de commune.

Pour un couple composé d'une limite de commune et d'une parcelle cadastrale, la limite de commune ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et traverser cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cette limite de commune et être traversée par elle.

Pour un couple composé d'une limite de commune et d'une parcelle cadastrale, la limite de commune ne peut à la fois être dans cette parcelle cadastrale et toucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois contenir cette limite de commune et la toucher.

Pour un couple composé d'une limite de commune et d'une parcelle cadastrale, la limite de commune ne peut à la fois traverser cette parcelle cadastrale et toucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être traversée cette limite de commune et la toucher.

Une limite de commune touche ou est disjointe des autres limites de commune.

Une commune (COMMUNE) est identifiée par un nom.

Une commune est délimitée par une ou plusieurs limites de commune.

Une limite de commune délimite deux communes.

Une limite de plan particulier (LIMITE_PLAN_PARTIC) possède un numéro qui l'identifie. Elle détient aussi un nom, une date, une échelle, un auteur, une personne par qui le plan a été levé, une personne par qui le plan a été dessiné et une personne par qui le plan a été vérifié.

Une limite de plan particulier est représentée géométriquement sur le plan par une face.

Une limite de plan particulier peut contenir une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou contenir une ou plusieurs zone(s) de voies de communication et/ou chevaucher une ou plusieurs parcelle(s) cadastrale(s) et/ou contenir une ou plusieurs zone(s) de voies de communication, mais au moins un de ces quatre rôles doit être assumé. Une limite de plan particulier est la tessellation polygonale (ensemble de polygone jointifs) des parcelles cadastrales et des zones de voies de communication qu'elle contient et qu'elle chevauche (dans ce cas, seuls les morceaux qui font partie de l'intersection entre d'une part les parcelles et les zones de voies et d'autre part la limite de plan particulier sont pris en compte).

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou une limite de plan particulier et chevauche zéro, une ou plusieurs limite(s) de plan particulier. Cependant, une parcelle cadastrale ne peut pas

être dans une limite de plan particulier et chevaucher une ou plusieurs autre(s) limite(s) de plan particulier.

Une zone de voies de communication est dans zéro ou une limite de plan particulier et chevauche zéro, une ou plusieurs limite(s) de plan particulier. Cependant, une zone de voies de communication ne peut pas être dans une limite de plan particulier et chevaucher une ou plusieurs autre(s) limite(s) de plan particulier.

Pour un couple composé d'une limite de plan particulier et d'une parcelle cadastrale, la limite de plan particulier ne peut à la fois contenir cette parcelle cadastrale et chevaucher cette parcelle cadastrale. De même la parcelle ne peut à la fois être dans cette limite de plan particulier et être chevauchée par elle.

Pour un couple composé d'une limite de plan particulier et d'une zone de voies de communication, la limite de plan particulier ne peut à la fois contenir cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la zone de voies de communication ne peut à la fois être dans cette limite de plan particulier et être chevauchée par elle.

Une limite de plan particulier touche ou est disjointe des autres limites de plan particulier.

Un document annexe (DOC_ANNEXE) est identifié par son nom et contient un texte.

Un document annexe offre des renseignements relatifs à un ou plusieurs plan(s) particulier(s).

Un plan particulier a un ou plusieurs document(s) annexe(s).

Une légende (LEGENDE) est identifiée par un numéro de plan. Ce numéro est le numéro de la seule limite de plan particulier à laquelle la légende est liée. Une légende possède des renseignements.

Une limite de plan particulier est expliquée par une et une seule légende.

Des prescriptions (PRESCRIPTIONS) sont identifiées par un numéro de plan. Ce numéro est le numéro de la seule limite de plan particulier à laquelle les prescriptions sont liées. Des prescriptions possèdent un texte.

Un plan particulier a pour annexe un et un seul texte de prescriptions.

Une limite d'avenant (LIMITE_AVENANT) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Une limite d'avenant est représentée géométriquement sur le plan par une face.

Une limite d'avenant est dans une et une seule limite de plan particulier.

Une limite de plan particulier contient zéro, une ou plusieurs limites d'avenant.

Une limite d'avenant touche ou est disjointe des autres limites d'avenant.

Un lotissement (LOTISSEMENT) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Un lotissement est représentée géométriquement sur le plan par une face.

Il possède une date d'approbation.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un lotissement contient une ou plusieurs parcelles cadastrales, contient zéro, une ou plusieurs zone(s) de voies de communication et chevauche zéro, une ou plusieurs zone(s) de voies de communication. Un lotissement est la tessellation polygonale (ensemble de polygone jointifs) des parcelles cadastrales et des zones de voies de communication qu'il contient et qu'il chevauche (dans ce cas, seuls les morceaux qui font partie de l'intersection entre d'une part les parcelles et les zones de voies et d'autre part le lotissement sont pris en compte).

Une parcelle cadastrale est dans zéro ou un lotissement.

Une zone de voies de communication

Une zone de voies de communication est dans zéro ou un lotissement et chevauche zéro, un ou plusieurs lotissement(s). Cependant, une zone de voies de communication ne peut pas être dans un lotissement et chevaucher un ou plusieurs autre(s) lotissement(s).

Pour un couple composé d'un lotissement et d'une zone de voies de communication, le lotissement ne peut à la fois contenir cette zone de voies de communication et chevaucher cette zone de voies de communication. De même la parcelle ne peut à la fois être dans ce lotissement et être chevauchée par lui.

Un lotissement touche ou est disjoint des autres lotissements.

Une coupe (COUPE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Elle a un nom.

Un dessin (DESSIN) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Il est référencé par une coupe.

Une coupe fait référence à un dessin.

Une mesure (MESURE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Elle a une taille.

Une courbe de niveau (COURBE_NIVEAU) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le plan par une ligne.

Elle a une cote.

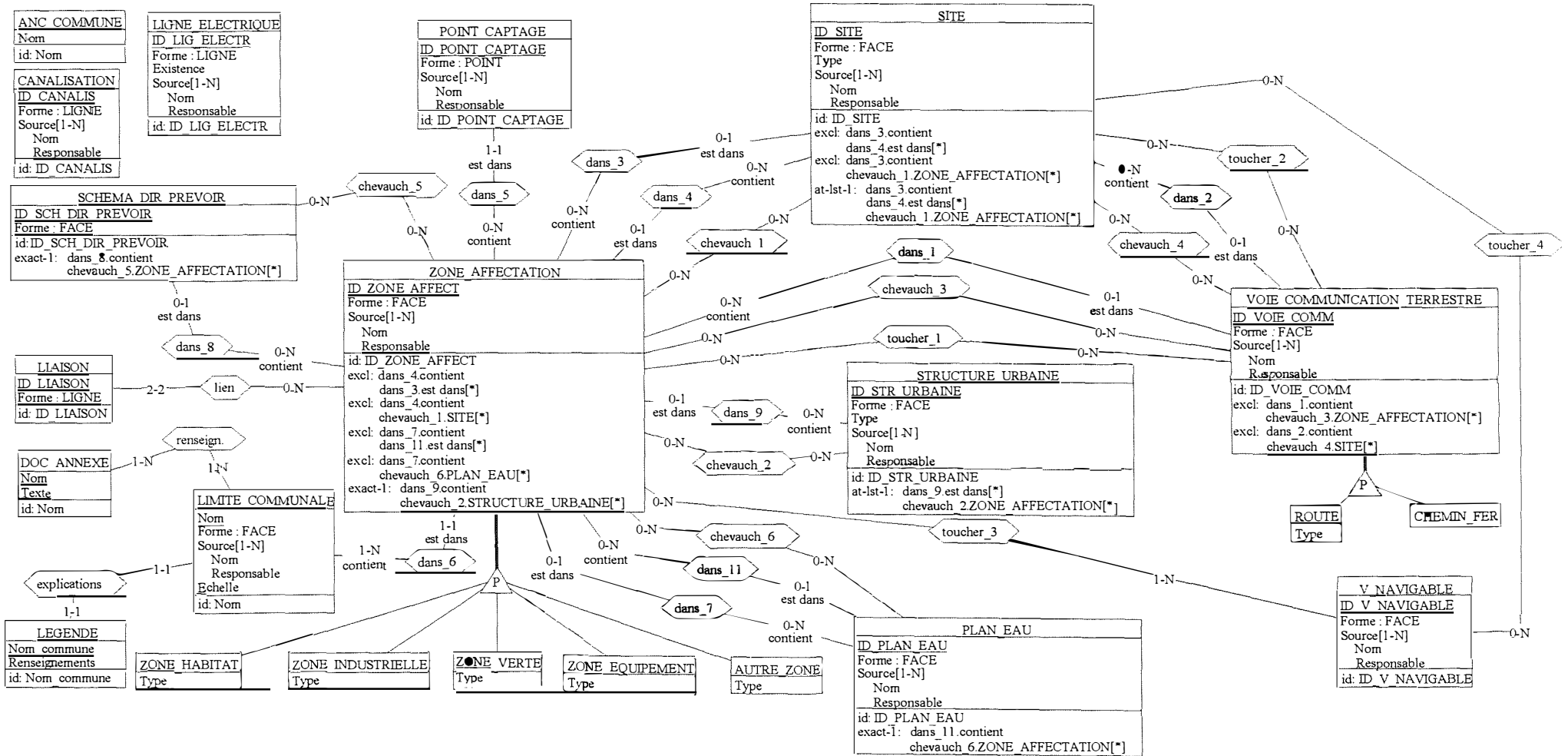
Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

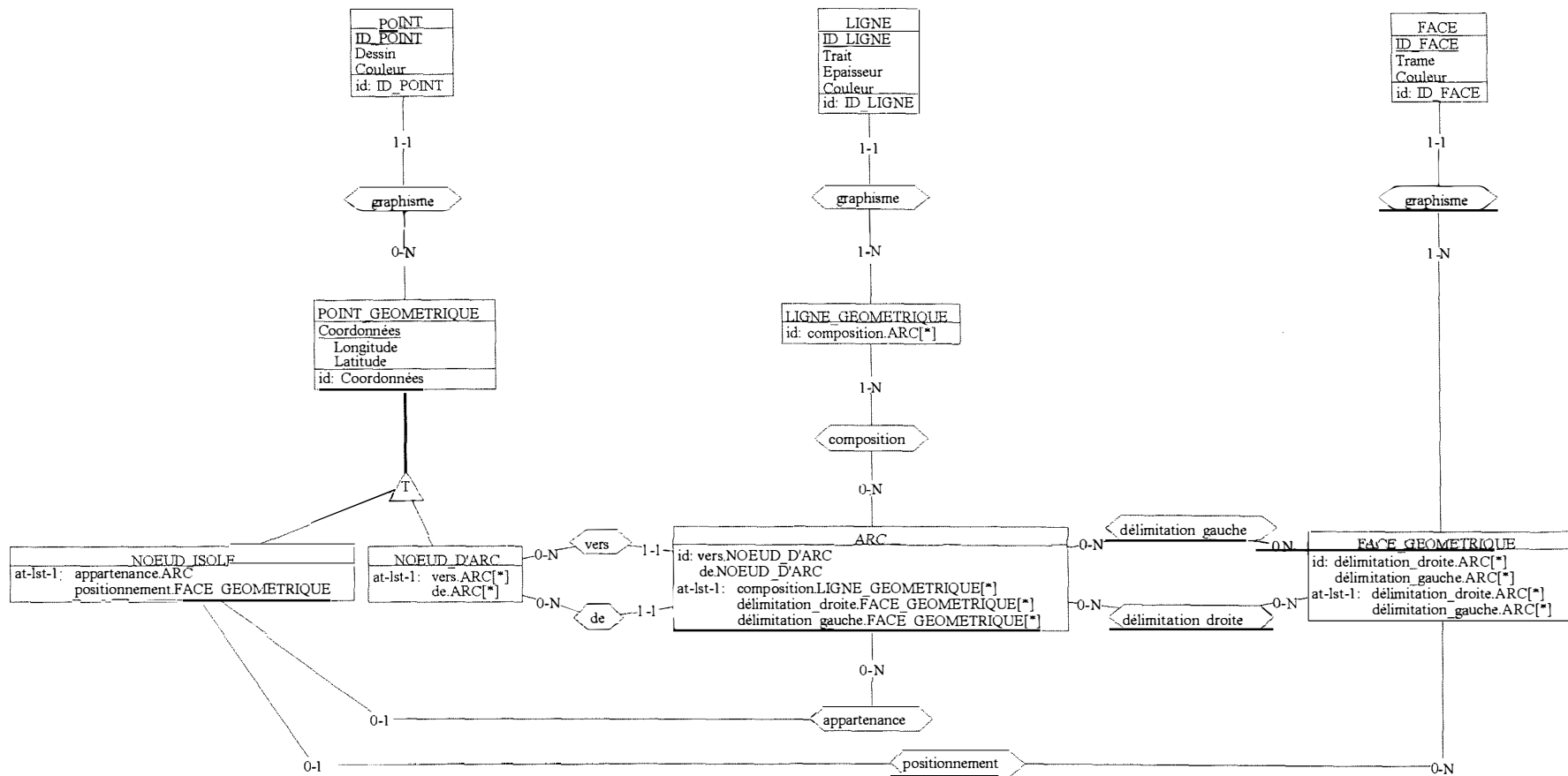
Une courbe de niveau est disjointe des autres courbes de niveau.

ANNEXE 4

Schéma conceptuel et document de validation du schéma de structure

Schéma conceptuel du schéma de structure





Contraintes

Une face est délimitée par au moins trois arcs.

excl : ARC.delimitation_gauche.FACE_GEOMETRIQUE
 ARC.delimitation_droite.FACE_GEOMETRIQUE

Une face est fermée, c'est-à-dire que chaque NOEUD_D'ARC de chaque ARC d'une FACE correspond à un seul autre NOEUD_D'ARC des autres ARCs de cette FACE

Une face n'est pas dégénérée, c'est à dire que ses arcs ne s'intersectent pas que sa surface n'est pas nulle

excl : NOEUD_D'ARC.vers.ARC
 NOEUD_D'ARC.de.ARC

Pour tous les arcs formant une ligne, chacune de leur extrémité correspond à au plus une extrémité des autres arcs formant la ligne.
 Seules zéro ou deux extrémité(s) peuvent ne pas avoir de correspondant.

Contraintes d'intégrité du schéma conceptuel du schéma de structure

- Les FACEs des instances du type d'entité ZONE_AFFECTATION sont disjointes ou se touchent
- ZONE_HABITAT.Type = Zone mixte
 - Zone mixte d'habitat (première couronne)
 - Zone de logement et d'habitat (seconde couronne)
 - Zone d'habitat résidentiel (alentours résidentiels)
 - Zone d'habitat rural (alentours ruraux)
 - Zone de logement pavillonnaire
 - Zone d'exploitations agricoles et d'habitat rural
 - Zone d'intérêt culturel, historique et/ou esthétique
- ZONE_INDUSTRIELLE.Type = Zone industrielle
 - Zone artisanale ou de PME
 - Zone de services
 - Zone d'extension d'industrie
 - Zone d'extraction
 - Extension des zones d'extraction
 - Zone d'extension d'artisanat
- ZONE_VERTE.Type = Zone agricole
 - Zone forestière
 - Zone d'espaces verts
 - Zone naturelle
 - Zone naturelle d'intérêt scientifique ou réserve naturelle
 - Zone de parc
 - Zone rurale d'intérêt paysager
- ZONE_EQUIPEMENT.Type = Zone de loisir
 - Zone de récréation et de séjour
 - Zone d'équipements communautaires
- AUTRE_ZONE.Type = Zone à rénover
 - Domaine militaire
 - Zone de réserve
 - Zone de chemin de fer
- Les FACEs des instances du type d'entité VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE sont disjointes ou se touchent
- ROUTE.Type = Autoroute existante
 - Route express existante
 - Route de grande circulation existante
 - Route ordinaire
- dans_1 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_3 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- toucher_1 : contraintes de la relation topologique TOUCHER

- Excl. : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.dans_1.ZONE_AFFECTATION
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_1.ZONE_AFFECTATION
- Excl. : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.chevauch_3.ZONE_AFFECTATION
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_1.ZONE_AFFECTATION
- Les FACES des instances du type d'entité SITE sont disjointes ou se touchent
- SITE.Type = Site classé
Site archéologique
- dans_2 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_4 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- toucher_2 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- Excl. : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.dans_2.SITE
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_2.SITE
- Excl. : VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.chevauch_4.SITE
VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE.toucher_2.SITE
- dans_3 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_4 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_1 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Les POINTs des instances du type d'entité POINT_CAPTAGE sont disjointes
- dans_5 : contraintes de la relation topologique DANS
- Les LIGNES des instances du type d'entité LIGNE_ELECTRIQUE sont disjointes ou se touchent
- Les LIGNES des instances du type d'entité CANALISATION sont disjointes ou se touchent
- Les FACES des instances du type d'entité SCHEMA_DIR_PREVOIR sont disjointes
- dans_8 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_5 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Un SCHEMA_DIR_PREVOIR ne peut pas chevaucher une seule ZONE_AFFECTATION
- Les LIGNES des instances du type d'entité LIAISON sont disjointes
- Les deux ZONE_AFFECTATION liées par une même LIAISON sont de même sous-type et de même type
- Les FACES des instances du type d'entité LIMITE_COMMUNALE sont disjointes ou se touchent
- dans_6 : contraintes de la relation topologique DANS
- Le Nom_commune d'une instance du type d'entité LEGENDE est égal au Nom de l'instance du type d'entité LIMITE_COMMUNALE à laquelle l'instance du type d'entité LEGENDE est liée par le type d'association EXPLICATIONS
- Les FACES des instances du type d'entité STRUCTURE_URBAINE sont disjointes ou se touchent

- STRUCTURE_URBAINE.Type = Centre
Première couronne
Deuxième couronne
Alentours ruraux
Alentours résidentiels
- dans_9 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_2 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH
- Une ZONE_AFFECTATION ne peut pas chevaucher une seule STRUCTURE_URBAINE.
- Les FACES des instances du type d'entité V_NAVIGABLE sont disjointes ou se touchent
- toucher_3 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- toucher_4 : contraintes de la relation topologique TOUCHER
- Les FACES des instances du type d'entité PLAN_EAU sont disjointes
- dans_11 : contraintes de la relation topologique DANS
- dans_7 : contraintes de la relation topologique DANS
- chevauch_6 : contraintes de la relation topologique CHEVAUCH

Document de validation du schéma conceptuel du schéma de structure

Un schéma de structure possède les informations suivantes : ANC_COMMUNE, AUTRE_ZONE, CANALISATION, CHEMIN_FER, DOC_ANNEXE, LEGENDE, LIAISON, LIGNE_ELECTRIQUE, LIMITE_COMMUNALE, PLAN_EAU, POINT_CAPTAGE, ROUTE, SCHEMA_DIR_PREVOIR, SITE, STRUCTURE_URBAINE, VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE, V_NAVIGABLE, ZONE_AFFECTATION, ZONE_EQUIPEMENT, ZONE_HABITAT, ZONE_INDUSTRIELLE, ZONE_VERTE

Une zone d'affectation (ZONE_AFFECTATION) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une zone d'affectation est soit une zone d'habitat, soit une zone industrielle, soit une zone verte, soit une zone d'équipement, soit une autre zone.

Une zone d'habitat (ZONE_HABITAT) peut être de plusieurs types : Zone mixte, Zone mixte d'habitat (première couronne), Zone de logement et d'habitat (seconde couronne), Zone d'habitat résidentiel (alentours résidentiels), Zone d'habitat rural (alentours ruraux), Zone de logement pavillonnaire, Zone d'exploitations agricoles et d'habitat rural, Zone d'intérêt culturel, historique et/ou esthétique.

Une zone industrielle (ZONE_INDUSTRIELLE) peut être de plusieurs types : Zone industrielle, Zone artisanale ou de PME, Zone de services, Zone d'extension d'industrie, Zone d'extraction, Extension des zones d'extraction, Zone d'extension d'artisanat.

Une zone verte (ZONE_VERTE) peut être de plusieurs types : Zone agricole, Zone forestière, Zone d'espaces verts, Zone naturelle, Zone naturelle d'intérêt scientifique ou réserve naturelle, Zone de parc, Zone rurale d'intérêt paysager.

Une zone d'équipement peut être de plusieurs types : Zone de loisir, Zone de récréation et de séjour, Zone d'équipements communautaires.

Une autre zone peut être de plusieurs types : Zone à rénover, Domaine militaire, Zone de réserve, Zone de chemin de fer.

Une zone d'affectation touche ou est disjointe des autres zones d'affectation.

Une voie de communication terrestre (VOIE_COMMUNICATION_TERRESTRE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Une voie de communication terrestre est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une voie de communication terrestre est soit une route, soit une ligne de chemin de fer.

Une route (ROUTE) peut être de plusieurs types : Autoroute existante, Route express existante, Route de grande circulation existante, Route ordinaire.

Une voie de communication terrestre est dans zéro ou une zone d'affectation, chevauche zéro, une ou plusieurs zone(s) d'affectation et touche zéro, une ou plusieurs zone(s) d'affectation. Cependant, si une voie de communication terrestre est dans une zone d'affectation, elle ne peut pas en chevaucher une ou plusieurs autre(s).

Une zone d'affectation contient zéro, une ou plusieurs voie(s) de communication terrestre, est chevauchée par zéro, une ou plusieurs voie(s) de communication terrestre et touche zéro, une ou plusieurs voie(s) de communication terrestre.

Pour un couple composé d'une voie de communication terrestre et d'une zone d'affectation, la voie de communication terrestre ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et la chevaucher. De même, la zone d'affectation ne peut à la fois contenir cette voie de communication terrestre et être chevauchée par elle.

Pour un couple composé d'une voie de communication terrestre et d'une zone d'affectation, la voie de communication terrestre ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et la toucher. De même, la zone d'affectation ne peut à la fois contenir cette voie de communication terrestre et la toucher.

Pour un couple composé d'une voie de communication terrestre et d'une zone d'affectation, la voie de communication terrestre ne peut à la fois chevaucher cette zone d'affectation et la toucher. De même, la zone d'affectation ne peut à la fois être chevauchée par cette voie de communication terrestre et la toucher.

Une voie de communication terrestre touche ou est disjointe des autres voies de communication terrestre.

Un site (SITE) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Un site est représenté géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Il peut être de plusieurs types : Site classé ou site archéologique.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une voie de communication terrestre est dans zéro ou un site, chevauche zéro, un ou plusieurs site(s) et touche zéro, un ou plusieurs site(s). Cependant, si une voie de communication terrestre est dans un site, elle ne peut pas en chevaucher un ou plusieurs autre(s).

Un site contient zéro, une ou plusieurs voie(s) de communication terrestre, est chevauché par zéro, une ou plusieurs voie(s) de communication terrestre et touche zéro, une ou plusieurs voie(s) de communication terrestre.

Pour un couple composé d'une voie de communication terrestre et d'un site, la voie de communication terrestre ne peut à la fois être dans ce site et le chevaucher. De même, le site ne peut à la fois contenir cette voie de communication terrestre et être chevauché par elle.

Pour un couple composé d'une voie de communication terrestre et d'un site, la voie de communication terrestre ne peut à la fois être dans ce site et le toucher. De même, le site ne peut à la fois contenir cette voie de communication terrestre et la toucher.

Pour un couple composé d'une voie de communication terrestre et d'un site, la voie de communication terrestre ne peut à la fois chevaucher ce site et le toucher. De même, le site ne peut à la fois être chevauché par cette voie de communication terrestre et la toucher.

Un site peut être dans une zone d'affectation, contenir une ou plusieurs zone(s) d'affectation et/ou chevaucher une ou plusieurs zone(s) d'affectation, mais au moins un de ces trois rôles doit être assumé. Cependant, si un site est dans une zone d'affectation, il ne peut ni contenir une ou plusieurs autre(s) zone(s) d'affectation, ni chevaucher une ou plusieurs autre(s) zones d'affectation.

Une zone d'affectation est dans zéro ou un site, contient zéro, un ou plusieurs site(s) et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs site(s). Cependant, si une zone d'affectation est dans un site, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) site(s), ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) site(s).

Pour un couple composé d'un site et d'une zone d'affectation, le site ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et contenir cette zone d'affectation. De même la zone d'affectation ne peut à la fois contenir ce site et être dans ce site.

Pour un couple composé d'un site et d'une zone d'affectation, le site ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et chevaucher cette zone d'affectation. De même la zone d'affectation ne peut à la fois contenir ce site et être chevauchée par ce site.

Pour un couple composé d'un site et d'une zone d'affectation, le site ne peut à la fois contenir cette zone d'affectation et chevaucher cette zone d'affectation. De même la zone d'affectation ne peut à la fois être dans ce site et chevaucher ce site.

Un site touche ou est disjoint des autres sites.

Un point de captage (POINT_CAPTAGE) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Un point de captage est représenté géométriquement sur le schéma de structure par un point.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Un point de captage est dans une et une seule zone d'affectation.

Une zone d'affectation contient zéro, un ou plusieurs point(s) de captage.

Un point de captage est disjoint des autres points de captage.

Un schéma directeur à prévoir (SCHEMA_DIR_PREVOIR) est identifié par un numéro (identifiant technique).

Un schéma directeur à prévoir est représenté géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Un schéma directeur à prévoir doit soit être dans une zone d'affectation, soit chevaucher plusieurs zones d'affectation.

Une zone d'affectation contient zéro, un ou plusieurs schéma(s) directeur(s) à prévoir et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs schéma(s) directeur(s).

Un schéma directeur à prévoir est disjoint des autres schémas directeurs à prévoir.

Une liaison à prévoir (LIAISON) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une ligne.

Une liaison fait le lien entre deux zones d'affectation de même type.

Une zone d'affectation est l'objet de zéro, un ou plusieurs liaison(s).

Une liaison est disjointe des autres liaisons.

Une limite communale (LIMITE_COMMUNALE) est identifiée par son nom.

Elle est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Elle possède une échelle.

Une limite communale contient une ou plusieurs zones d'affectation.

Une zone d'affectation est dans une et une seule limite communale.

Une limite communale touche ou est disjointe des autres limites communales.

Un document annexe (DOC_ANNEXE) est identifié par son nom et contient un texte.

Un document annexe offre des renseignements relatifs à une ou plusieurs limites communales (c'est-à-dire schémas de structure).

Un schéma de structure a un ou plusieurs document(s) annexe(s).

Une légende (LEGENDE) est identifiée par un nom de commune. Ce nom est celui du seul schéma de structure (limite communale) auquel la légende est liée. Une légende possède des renseignements.

Un schéma de structure est expliqué par une et une seule légende.

Une structure urbaine (STRUCTURE_URBAINE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Elle peut être de plusieurs types : Centre, Première couronne, Deuxième couronne, Alentours ruraux, Alentours résidentiels.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une zone d'affectation doit soit être dans une structure urbaine, soit chevaucher plusieurs structures urbaines.

Une structure urbaine contient zéro, une ou plusieurs zone(s) d'affectation et est chevauchée par zéro, une ou plusieurs zone(s) d'affectation, mais au moins un des deux rôles doit être joué.

Une structure urbaine touche ou est disjointe des autres structures urbaines.

Une voie navigable (V_NAVIGABLE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Une voie navigable est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une voie navigable touche une ou plusieurs zone(s) d'affectation et zéro, un ou plusieurs site(s).

Une zone d'affectation touche zéro, une ou plusieurs voie(s) navigable(s).

Un site touche zéro, une ou plusieurs voie(s) navigable(s).

Une voie navigable touche ou est distincte des autres voies navigables.

Un plan d'eau (PLAN_EAU est identifié par un numéro (identifiant technique).

Un plan d'eau est représenté géométriquement sur le schéma de structure par une face.

Un plan d'eau doit soit être dans une zone d'affectation, soit chevaucher une ou plusieurs zone(s) d'affectation. En outre, un plan d'eau peut contenir un nombre quelconque de zones d'affectation (îles).

Une zone d'affectation est dans zéro ou un plan d'eau, contient zéro, un ou plusieurs plan d'eau(s) et est chevauchée par zéro, un ou plusieurs plan d'eau(s). Cependant, si une zone d'affectation est dans un plan d'eau, elle ne peut ni contenir un ou plusieurs autre(s) plan(s) d'eau, ni chevaucher un ou plusieurs autre(s) plan(s) d'eau.

Pour un couple composé d'un plan d'eau et d'une zone d'affectation, le plan d'eau ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et contenir cette zone d'affectation. De même la zone d'affectation ne peut à la fois contenir ce plan d'eau et être dans ce plan d'eau.

Pour un couple composé d'un plan d'eau et d'une zone d'affectation, le plan d'eau ne peut à la fois être dans cette zone d'affectation et chevaucher cette zone d'affectation. De même la zone d'affectation ne peut à la fois contenir ce plan d'eau et être chevauchée par ce plan d'eau.

Pour un couple composé d'un plan d'eau et d'une zone d'affectation, le plan d'eau ne peut à la fois contenir cette zone d'affectation et chevaucher cette zone d'affectation. De même la zone d'affectation ne peut à la fois être dans ce plan d'eau et chevaucher ce plan d'eau.

Un plan d'eau est disjoint des autres plans d'eau.

Une ligne électrique (LIGNE_ÉLECTRIQUE) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une ligne.

Elle fait partie d'une situation existante ou d'une destination.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une ligne électrique touche ou est disjointe des autres lignes électriques.

Une canalisation (CANALISATION) est identifiée par un numéro (identifiant technique).

Elle est représentée géométriquement sur le schéma de structure par une ligne.

Son existence est répertoriée dans un ou plusieurs document(s) qui ont un nom et sont gérés par un responsable.

Une canalisation touche ou est disjointe des autres canalisations.

Une ancienne commune (ANC_COMMUNE) est identifiée par son nom.